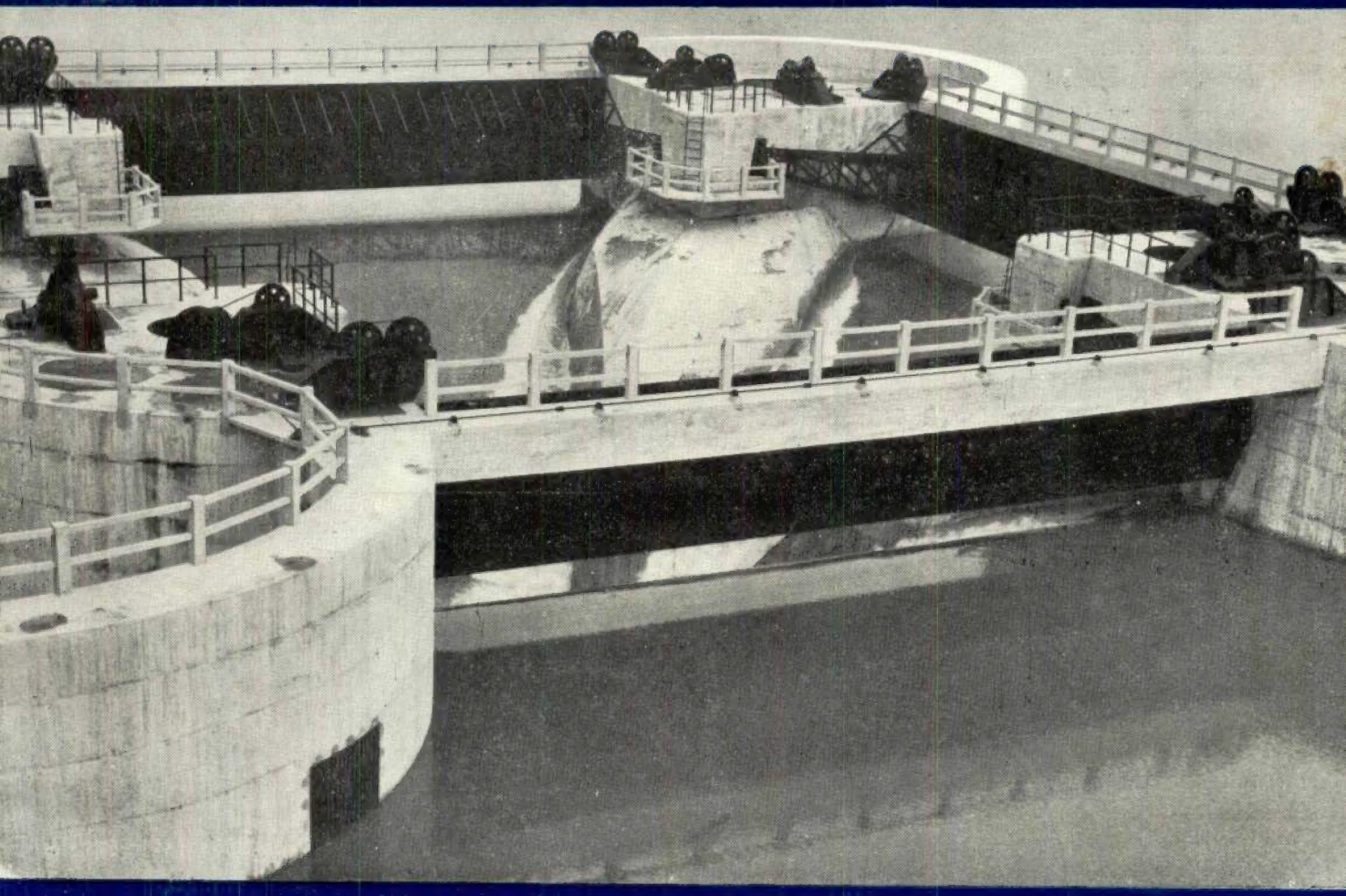
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 211-Abril-1951

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

SECIL

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMÉRCIO, 56, 3.º
LISBOA

Companhia União Fabril

Sede: Rua do Comercio, 49

LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:
Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpete- e Mangueiras.

Oficinas de:
Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:
AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o Pais

NÚMERO

211

Abril — 1951

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N. / TEL. 70144 (linha 50)

DIRECTOR
LUIZ DA CUNHA FERRAZ

ADMINISTRADOR
MANUEL AGUDO MARQUES MAIA

CORPO REDACTORIAL
AURÉLIO GALHARDO COELHO
ROGÉRIO DA TRINDADE E LIMA
CARLOS ROSMANINHO
FERNANDO FARIA

NUMERO AVULSO 9$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	25$00	45$00	85$00
Colónias Portuguesas e Estrangeiro	—	50$00	90$00

EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.da
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Barragem do Pego do Altar — Descarregador de cheias em funcionamento

Págs.

Algumas notas sobre o problema da investigação
Pelo Eng.º Ruy H. Rolão Gonçalves 395

Notas sobre a resolução de sistemas hiperstáticos pelo método de Rieger
Por J. Tiroa 409

Correias Transportadoras
Pelo Eng.º Fernando de Mello Mendes 417

Vida Escolar e Associativa 426

Equipamento eléctrico
Pelo Eng.º Varichon 427

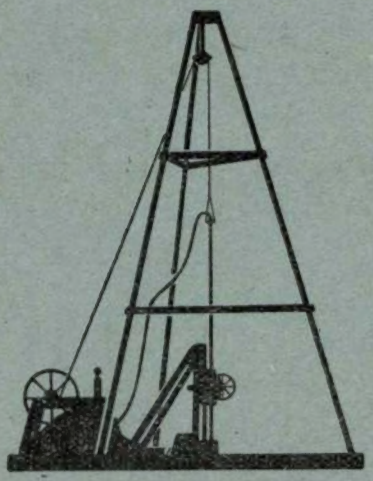
Curso sobre o emprego da cortiça nos isolamentos térmicos e fónicos
Pelo Eng.º Alfredo B. de Andrade 451

Do Mundo Técnico 459

Biblioteca 462

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

SONDAGENS RODIO, Limitada



RODIO

Sondagens geológicas, estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geotécnico

Pesquisas de água.

Consolidação e impermeabilização de terrenos e de obras por meio de injecções de cimento, produtos químicos, argila activada, emulsão betuminosa Shellperm, etc.

Estacas de betão armado, sistema **Ródio** moldadas no solo sem trepidações.

Rebocos comprimidos por «**cement gun**»

Fundações em terrenos difíceis quer por congelação artificial, quer por abaixamento do lençol de água.

As melhores referências no país e no estrangeiro

Sócio gerente residente em Portugal:
Walter Weyermann, Eng. civil

R. S. Mamede ao Caldas, 22, 3.° — LISBOA

Tel. 2 8685

CIMENTOS PORTLAND BRANCOS

PATAIAS LUSO

Bons entre os melhores

PARA ACABAMENTOS

PEDRA ARTIFICIAL E MOSAICOS

TRABALHOS MARÍTIMOS

PISTAS E FAIXAS DE ROLAGEM

OBRAS DE RESPONSABILIDADE

Rua Vitor Cordon 1, 2.° — LISBOA

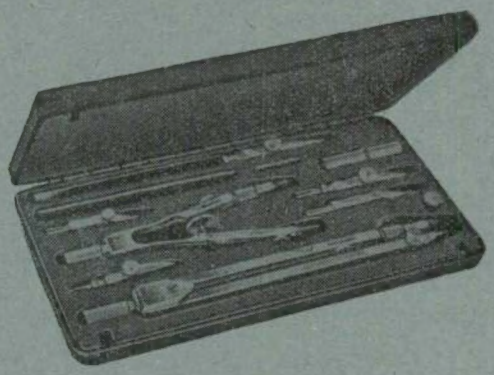
TELEFONES 30765/2 linhas

WILD

INSTRUMENTOS DE AÇO INOXIDÁVEL PARA DESENHO

Máxima precisão. Duração ilimitada.

Os mais indicados para os climas tropicais.



A marca característica abaixo é garantia de excelência de fabrico

Estojos completos e peças soltas

Em armazém para entrega imediata

Enviamos a todos os interessados o Catálogo descritivo ilustrado RZ 300 f

Representantes exclusivos e Depositários:

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

R. EUGÉNIO DOS SANTOS, 75 TELEF. 24314/15 LISBOA

TELEGRAMAS TECNA

WILD
HEERBRUGG

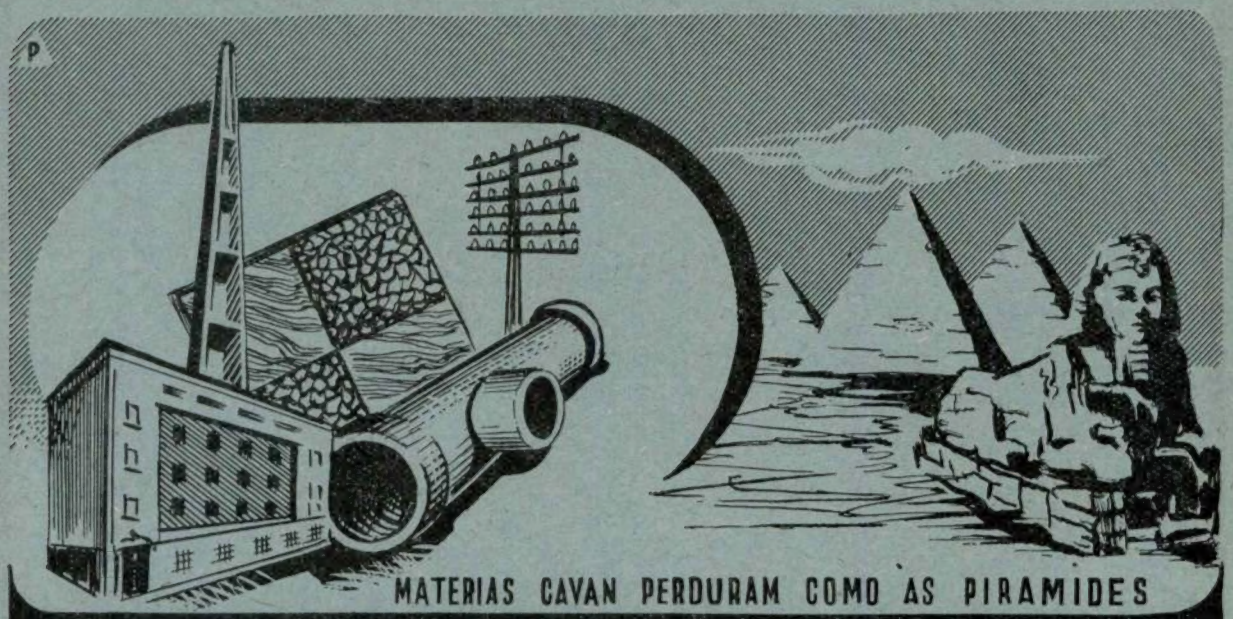
Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS
IMPERMEABILISADOR
IMEPA
RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.º-LISBOA

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES 4 2651 / 4 2156 TELEG. EPALDA—LISBOA



MATERIAS CAVAN PERDURAM COMO AS PIRAMIDES

Sociedade Portuguesa Cavan

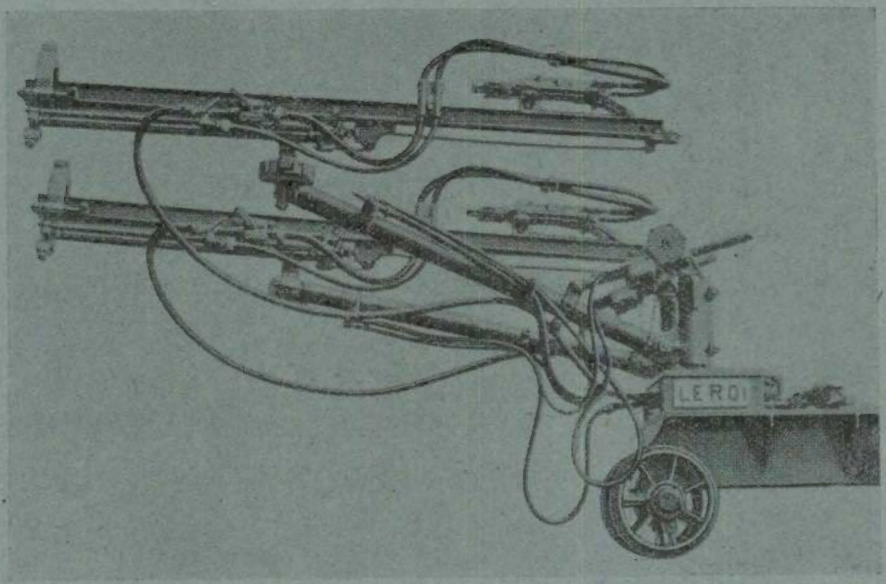
R. D. ESTEFÂNIA, 42 ~ TELEF. 47812-50129 ~ LISBOA E PORTO

LE ROI
MILWAUKEE

COMPRESSORES DESDE
60 PÉS CÚBICOS POR MINUTO
A 600 PÉS CÚBICOS
POR MINUTO
A 100 LIBRAS DE PRESSÃO

GASOLINA E DIESEL

TODAS AS FERRAMENTAS PNEUMÁTICAS QUER PARA TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO QUER PARA EXPLORAÇÕES MINEIRAS



REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

BLACKWOOD HODGE (PORTUGAL), L.DA

Praça da Alegria 58, 5.º A LISBOA Telefones 3 2064 — 3 2065

Inglaterra, E. U. A., Espanha, Bélgica, África do Sul, África Oriental, África Ocidental, Rodésia do Norte e do Sul, Congo Belga, Angola, Moçambique, Índia, Paquistão, Ceilão, Burma, Austrália

L. M. ERICSSON

STOCKHOLM SUÉCIA

- INSTALAÇÕES TELEFÓNICAS DE TODOS OS SISTEMAS
- SISTEMAS TELEFÓNICOS POR ALTA FREQUÊNCIA
- SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO
- INSTALAÇÕES DE VIGILANCIA E DE CONTROLE A DISTANCIA
- SISTEMAS DE RADIOCOMUNICAÇÕES E SONORIZAÇÃO, RECEPTORES
- INSTRUMENTOS DE MEDIDA E CONTADORES ELÉCTRICOS
- PRENSAS HIDRÁULICAS E MÁQUINAS PARA ENSAIO DE MATERIAIS
- CONDENSADORES PARA CORRIGIR O FACTOR DE POTÊNCIA
- MOTORES ELÉCTRICOS
- DIVERSA APARELHAGEM TELEFÓNICA E ELÉCTRICA
- FIOS E CABOS TELEFÓNICOS E ELÉCTRICOS

Agentes Gerais em Portugal:

SOCIEDADE HERRMANN L.DA

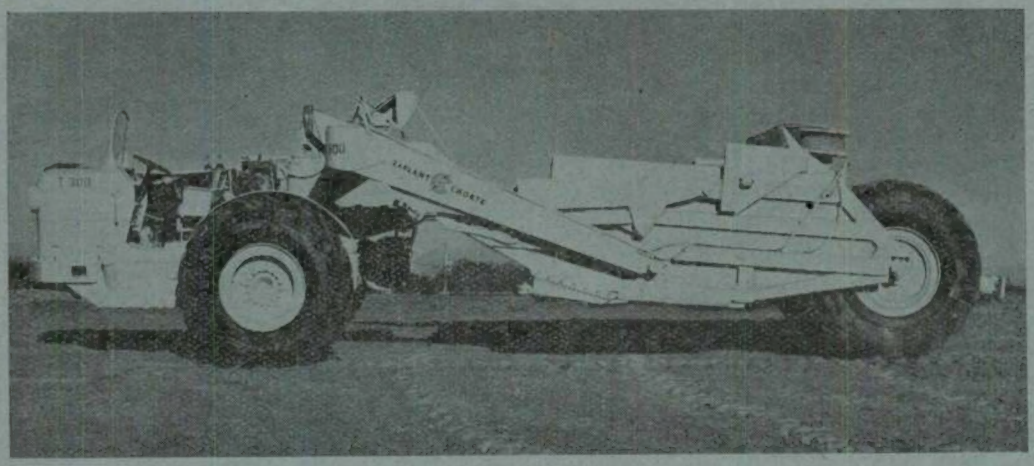
Calçada do Lavra, 6 — LISBOA

Telefones { **2 3168** / **2 3169** } **Telegramas: LAVRA**

Oficina de construção e reparação de material telefónico e eléctrico

LAPLANT CHOATE

MÁQUINAS DE MOVIMENTAÇÃO
— DE —
TERRAS



— MOTOR SCRAPERS
— SCRAPERS PARA TRACTORES
— MOTOR WAGONS
— BULLDOZERS E ANGLEDOZES
— TOOL-BAR
— RIPPERS

Comandos Hidráulicos para todas as máquinas

REPRESENTANTES EM PORTUGAL

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

Rua Cascais, 47 — LISBOA
Rua do Almada, 262 — PORTO

FORNOS ELÉCTRICOS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS

Os fornos BIRLEC são usados extensivamente nas importantes indústrias de máquinas e metais em todo o mundo, permitindo um tratamento térmico preciso, uniforme e económico, incluindo: —

Temperar e revenir ferramentas e peças na grande produção.
Recozer chapas, fita, arame, etc., sem oxidação.
Tratamento de alumínio e ligas leves.
Cementar por carburização, cianidização e nitrificação.
Soldar cobre e prata.
Tratamento térmico de lingotes não-ferrosos para laminagem e extrusão.
Aquecimento por indução a alta frequência para todos os fins.

Fornos especiais, tipo transportador para grandes produções

BIRLEC

LIMITED

Agentes:

AHLERS, LINDLEY, L.DA

Rua do Ferregial de Baixo, 33-2.º — LISBOA

Telef. 21321/4

Agentes para os fornos eléctricos de fundição:

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA, S. A. R. L.

Rua do Norte, 5 — LISBOA

Telef. 28135/6

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico.

A SOCONY-VACUUM E A ECONOMIA NACIONAL

TRANSPORTES DE PORTUGAL

Fiel à rígida norma de combater o atrito por meio da lubrificação racional, a Socony-Vacuum granjeou a confiança das mais importantes organizações de transportes do País, que lhe confiam as suas valiosas máquinas e motores, visto que:

★ a quase totalidade da Aeronáutica Portuguesa confia a lubrificação dos seus aviões à Socony-Vacuum.

★ a quase totalidade dos navios da frota da Marinha Mercante Nacional, incluindo os mais modernos e luxuosos paquetes, são lubrificados pela Socony-Vacuum.

★ a quase totalidade das automotoras e locomotivas diesel-eléctricas da rede ferroviária de Portugal, são lubrificadas pela Socony-Vacuum.

★ os veículos das mais importantes empresas de camionagem de passageiros, e carga, também são lubrificados pela Socony-Vacuum.

Finalmente, de todos os lubrificantes para veículos ligeiros, aquele que tem maior procura em Portugal, é o Mobiloil, também fabricado pela Socony-Vacuum.

GARGOYLE lubrificantos

GARGOYLE

SOCONY-VACUUM OIL COMPANY, INC.

2349

TÉCNICA

LUIZ DA CUNHA FERRAZ
DIRECTOR

ANO XXVI-N.° 211 ABRIL 1951

Algumas notas sobre o problema da investigação

PELO ENG.° QUÍM. IND. (I.S.T.) RUY H. ROLÃO GONÇALVES

C. D. 62.001.5:338

INTRODUÇÃO

A corrida ao dólar, a guerra dos mercados, a necessidade de equilibrar as balanças de pagamentos, e toda a política económica internacional, obrigam necessàriamente o mundo inteiro a encarar de frente, e com realismo, o estado actual de economia de cada país. Como consequência do abalo provocado pela última conflagração mundial a situação de cada qual necessita ser revista a todo o momento. Portugal, que se encontrava, por circunstâncias óbvias, em atrazo técnico de muitos anos, deparou com a crise precisamente, no período da sua renovação. Tem pois, de solucionar um problema que se esquematiza na determinação do máximo duma diferença:

balança comercial = valor das exportações — valor das importações

Matemàticamente as hipóteses que se nos apresentam são: ou aumentar o valor das exportações ou diminuir o das importações. Melhor ainda será utilizar simultâneamente as 2 soluções.

A limitação da importação acha-se condicionada por 2 factores principais a saber:

1.° — a curva do crescimento da população e as suas necessidades.
2.° — a nossa posição em relação aos restantes países.

Este último factor é comandado pelos tratados em vigor, por cláusulas como a da nação mais favorecida, por fenómeno de «dumping», por conveniências do ponto de vista monetário ou por tratamentos de excepção, para com certos países, inclusivamente resultantes de factores de afinidade.

É o campo da diplomacia que, econòmicamente, se traduz na lei da reciprocidade — «se nos venderem cortiça têm de nos adquirir carvão».

Os estudos da limitação produzida pelo factor «população» (1) não nos deixam também dúvidas. «Dizer que precisamos amanhã muito mais do que utilizamos ou

(1) Prof. Eng.° Ferreira Dias — Linha de Rumo.

dispomos não representa uma megalomania mas antes uma verdade indiscutível à luz da humanidade e do bom senso» ([1]).

Um valor provável de 13 500 000 almas em Portugal continental dentro de 50 anos, não nos permite pensar em restringir, num futuro próximo a importação de certos artigos, de consumo indispensável, muito essencialmente os que se relacionam com a alimentação. Não basta produzir, é necessário fazê-lo em bases económicas. Não importar, quando o país não está habilitado a compensar a falta provocada pela carência dum artigo necessário, pode também constituir crime anti-económico. «Não podemos esquecer que para o bem estar do país, se pode justificar que mais depressa se procurem obter outras receitas do que tentar sòmente a limitação de determinadas despesas» ([2]).

A diminuição de importação parece-nos pois ùnicamente possível nos casos em que, se possa efectuar uma substituição nacional, mercê dum «ersatz» ou do próprio produto se dele dispuzermos ou o pudermos fabricar, em condições aceitáveis de qualidade e preço. Desde que a qualidade seja idêntica pode o preço também sê-lo, pois é sempre de dar preferência a uma manufactura nacional. Assim, mesmo que as matérias-primas sejam de importação, as divisas que saíram para pagamento de mão de obra revertirão a nosso favor.

A própria solução de impor dificuldade a certos produtos chamados «de luxo» não nos parece senão transitória e não será ela de modo algum, que virá resolver o problema. Esses artigos criam necessidades de novas indústrias e revertem em benefício de muitas pessoas. Tenhamos como exemplo, todas as actividades que se relacionam com a indústria automobilística, sabido como é, que todos os nossos automóveis são de importação. As próprias condições de vida actual, resultantes dum aumento do nível de vida e as dificuldades de solucionamento do problema habitacional levam-nos hoje em dia a considerar muitas vezes o automóvel utilitário como uma necessidade.

Do ponto de vista matemático só nos é permitido um caminho efectivo — o recurso à exportação. Este deverá ser protegido económica e diplomàticamente por revisões dos nossos tratados sempre que necessário, por bónus de saída à custa de direitos de entrada, por isenções para com a maquinaria e matérias-primas essenciais por uma assistência técnica cuidada à indústria, pela protecção na conquista de novos mercados e desenvolvimento dos actuais. É este incontestàvelmente o caminho que se vem trilhando mas que necessita de não ser descurado mas sim aperfeiçoado. Se quisermos recuperar o tempo perdido necessitamos fazer muito em pouco tempo.

Para a engenharia o ponto fundamental é o progresso técnico.

Ele deve fundamentalmente traduzir-se numa formação técnico-profissional actual, na criação de novas necessidades (como o aproveitamento de subprodutos, e a aplicabilidade dos produtos naturais batidos pelos sintéticos) e na actualização dos processos em uso.

I — O problema na generalidade

Na base de qualquer destes processos encontra-se a organização da investigação industrial em bases sólidas, ao nível das necessidades actuais da indústria e, portanto, de economia nacional. Com efeito só uma pesquisa metódica e bem organizada no conjunto, nos pode permitir soluções nacionais, para os nossos problemas. A própria adaptação e actualização dos processos estrangeiros às nossas condições técnico-económicas surge, por vezes derivada de graves dificuldades, devida ao custo de unidade de energia, aos

---

([1]) Prof. Dr. Vieira Barbosa — Actualidades da vida económica portuguesa.

([2]) Idem

transportes que oneram certas matérias-primas, à falta de especialização nos nossos operários, à restricção dos mercados e a tantos outros factores. Por outro lado é incontestável que não possuímos «tradição» como país industrial e que, certos fenómenos de histeresis nos prejudicam no conceito internacional. Só um fabrico que nos credite, com preços aceitáveis, nos permitirá criar renome. Para tal temos de conseguir rendimentos cada vez mais altos que nos permitam entrar em competência e bater os concorrentes.

É neste problema do rendimento, que o engenheiro terá de concentrar todo o seu disvelo e atenção. Só o contacto directo com os processos estrangeiros mais modernos e um estudo consciencioso dos nossos recursos permitirá resolver o problema. Só uma educação começada muito cedo lhe permitirá adquirir o espírito adequado para essa solução. O problema de investigação, dentro da escola terá acima de tudo um papel formativo, obrigando o aluno a encontrar-se a si próprio no verdadeiro caminho e despertando-lhe as necessárias qualidades para o fim em vista. «Essas qualidades existem mas só serão conhecidas quando postas em relevo pelo exercício da vontade» ([1]). Eis um dos mais sublimes papéis do professor universitário — exercitar o aluno nesse campo e fornecer-lhe estímulo pelo exemplo. A pesquisa deixou já de ser um trabalho de génios. «Uma apreciação da natureza da pesquisa envolve um conceito do método geral pelo qual os resultados são obtidos, da natureza desses resultados e o que é necessário para estabelecer os fins a atingir» ([2]).

O trabalho da investigação, quer pura, quer aplicada, assenta, já hoje, em normas resultantes dos trabalhos anteriores. Ninguém nega a necessidade do método, a planificação das ideias ou o espírito do grupo. Vai longe já o tempo em que homens como Lepierre, conseguiam, pràticamente sós, elaborar e concluir obras. Nem também estamos já, no tempo, em que o «inventor» era um homem a quem surgia uma ideia em sonhos.

Necessitamos racionalizar a pesquisa como precisamos fazê-lo para com os métodos e especificações analíticas. Não devemos permitir mais que a investigação seja uma palavra vã e que se contem pelos dedos as fábricas em que se faz vagamente «qualquer coisa» nesse sentido. A universalização da investigação, urge. Demos facilidades à indústria por intermédio dos nossos laboratórios oficiais e das escolas mas não permitamos também que esta se mostre alheada do assunto. Forneçamo-lhes facilidades no reapetrechamento das instalações fabris, gabinetes de estudo, laboratórios e instalações-piloto e, até onde necessário, na assistência técnica.

Não permitamos que viva de «práticos» e careça de engenheiros. Recheemo-la de bagagem adequada, conferindo-lhe qualidades com homens de acção e com investigadores, e teremos dado um grande passo na solução do problema. Também «não sou dos que julgam que pelo facto de se montarem laboratórios importantíssimos onde se encontrasse a melhor aparelhagem traduzida numa despesa de milhares e milhares de contos ficava resolvido de vez o problema da investigação em Portugal» ([3]). Teremos antes que saber sempre estabelecer o devido equilíbrio entre a despesa a fazer e a receita possível resultante. Muitas vezes deveremos saber improvisar e, servindo-nos de meios mais rápidos atingir soluções mais económicas. Não perderemos nunca de vista a diferença primordial entre a «investigação pura e a investigação aplicada». A primeira «caracteriza-se pela procura da verdade independentemente dos seus resultados práticos» ([4]). O investigador é

([1]) D. Manuel T. Salgueiro — «O papel de vontade na educação».
([2]) Killefer — The genius of Industrial Rescarch.
([3]) Prof. Dr. V. Barbosa — «Técnica», n.º 116.
([4]) Killeffer — Obra citada.

então livre para explorar quaisquer caminhos intermédios que lhe surjam. O que se encontra no campo da aplicação vê as suas energias confinadas e a sua atenção dirigida num objectivo determinado. Ele não pode nunca abstrair dos factores tempo e dinheiro que deverão ser sempre compensados por vantagens vindouras. Estabelecem-se assim 2 campos, bem definidos: o de cientista (vindo de licenciatura clássica) e o de engenheiro (da escola técnica).

Em qualquer dos casos porém «o processo de investigação depende em grande parte da qualidade e preparação das pessoas que trabalham e, na parte restante, do número destas e dos meios técnicos de que dispõem. A quantidade, ou seja o número de investigadores, em função das condições fundamentais (existência do espírito de investigação e de meios técnicos) é, nos nossos dias, o factor principal do progresso científico e de obtenção do rendimento correspondente ao esforço dispendido na investigação» ([1]). Deve ser precisamente a obtenção desse rendimento — o mais alto possível — uma das nossas maiores preocupações.

Como tal deparam-se fundamentalmente 2 escolas a seguir: a de Lord Bacon e a de Aristóteles. Encontramos na segunda a elaboração duma tese seguida de acumulação consecutiva dos factos comprovativos. Bacon advogava o tão conhecido «try and see», acumulando factos e só no fim extraindo conclusões (é muitas vezes o campo da ciência pura). O melhor caminho parece-nos a combinação equilibrada das duas teorias!! Quando é necessário atacar um assunto cujas referências bibliográficas nada permitem concluir, o melhor é admitir uma hipótese plausível e, com base nela, efectuar experiências. Observando-se então e interpretando os resultados com o máximo cuidado e a objectividade imprescindível podemos começar a ordenar e formular um plano, já com base, para prosseguir. Deste modo se consegue uma notável economia de tempo e trabalho ([2]).

Não nos esqueçamos nunca que «uma teoria só é boa quando é útil» ([3]) mas que por outro lado «nenhuma dose de experiência pode provar nada de positivo; uma só, pode provar um erro» ([4]).

Por graus sucessivos se avança da confusão da generalidade para a solução bem definida.

Finalmente, têm de se resolver muitos pequenos problemas, de que ao princípio nem sequer suspeitávamos mas em cujo resultado final está a solução ambicionada. As aquisições que se forem efectuando, servir-nos-ão para limitar o campo um pouco mais, até se focar nìtidamente o objectivo em vista. Para o atingir, muitos caminhos se podem seguir. Todos porém obedecendo sempre a um esquema prévio e metòdicamente bem determinado. Entre estes o de Killeffer ([5]) parece-nos o mais completo e com pequenas modificações, resume-se em:

1.º) Estudar o produto.
2.º) Colocar o problema em equação.
3.º) Estudar o processo.
4.º) Estudar o equipamento.
5.º) Tirar conclusões e elaborar relatórios.

Vejamos, com mais pormenor, cada um destes pontos.

([1]) Dr. Gonçalves Ferreira — Vitaminas.
([2]) Killeffer — Obra citada.
([3]) Henri Poincaré.
([4]) Albert Einstein — Crítica à generalização.
([5]) Killefer — Obra citada.

1.º — *Estudo do produto*

Nem sempre o problema se apresenta da mesma maneira. No conjunto ideia-produto-mercado pode prevalecer quàlquer dos elementos dando assim origem a 3 tipos, pelo, menos, de pesquisa:

a) *Existe o produto e procuramos mercado para ele*

O problema é duplamente técnico: de economistas e de engenheiros.
A intervenção do economista só tem, em regra, existência após o estudo definitivo do laboratório e, de início, fornecendo a este indicações sobre o mercado. Em regra é este um dos casos mais correntes e que interessa especialmente no nosso país, pois engloba: o aproveitamento de certas matérias-primas, postas de parte, devido à concorrência; a futura aplicação de subprodutos de outras indústrias; e a aplicabilidade de outros ainda não aproveitados até ao momento.

O mais aconselhável, neste caso, será:

α) um estudo profundo da composição e propriedades, da substância isolada.
β) elaboração duma lista dos produtos com características semelhantes, independentemente dos fins a que se destinam.
γ) comparação do produto em causa com aqueles da alínea β) que apresentam melhores propriedades.
δ) estudo das possibilidades dentro dos campos dos outros produtos, em relação aos quais se assemelha.
ε) caso não seja viável o seu futuro neste campo ou o produto possua propriedades nìtidamente diferentes de qualquer outro, há então que investigar dentro das mais notáveis, quais os campos em que elas se tornarão mais necessárias. Elaborada uma lista destes o processo resume-se em estudar cada um de per si e escolher entre eles.

b) *Haver mercado e não existir produto*

Trata-se aqui de preencher uma lacuna criada no mercado por quaisquer dificuldades económicas na importação, ou complicações trazidas por estado bélico. É talvez para nós o problema mais necessário de atacar, pelas razões a que nos referimos no início.

O método agora indicado deve seguir a seguinte ordem:

α) Elaboração duma lista dos defeitos que o produto não deve possuir e das qualidades necessárias (especificações).
β) Estabelecimento duma relação com os produtos conhecidos que possuam propriedades de valor para o fim em vista
γ) Selecção de um desta 2.ª lista apresentando o menor número de defeitos.
δ) Averiguar da possibilidade de o modificar, ou inclusivamente, de o corrigir com a adição de outro, que lhe compense os defeitos e o faça adquirir qualidades.

c) *Existir uma ideia mas não possuir nem produto nem mercado*

É esta a hipótese que mais dificuldades acarreta. Em regra, o caminho mais lógico será procurar o mercado e, finalmente, cair no caso b) assim que se encontre este. Pode-se porém, também, embora, com menor probabilidade do ponto de vista económico, pesquisar o produto e seguir então a hipótese a).

Não nos parece ser um caso de pesquisa industrial técnica, dentro do modo como este se concebe, hoje em dia. Assim esta hipótese é actualmente rara se bem que inicialmente fosse a mais comum.

2.º — *Colocação do problema em equação*

Deve ser este o passo mais delicado num processo de investigação bem conduzido. Os diversos prismas sob os quais se vê o problema, devem conduzir à forma canónica da equação a resolver. Prevalece aqui predominantemente, o estudo económico, averiguando se valerá, ou não, a pena efectuar o estudo. Na pesquisa particular torna-se vital. Pode-se efectuar já um balanço dos investimentos por intermédio das curvas de Redman ([1]). Também se «pode saber exactamente em quanto o laboratório sobrecarrega o preço de custo dum dado produto embora não se possa calcular, com facilidade, o lucro que poderá advir dum bom controle químico resultante duma melhor qualidade e garantia» ([2]).

Por vezes acontece, que os subprodutos e subaplicações surgidas durante o processo valem mais que o objectivo primário. No entanto tal facto não invalida muito essencialmente, repetimos, na investigação particular, uma ponderação cuidada, dos factores económicos em causa.

Qualquer que seja a forma como um problema atinja a secção de investigação deve ser aqui muito bem analisado, criticado e encarado na sua verdadeira forma.

Um inquérito inicial bem conduzido àcerca dos fins a atingir e da história do assunto pode ser de primacial utilidade. O espírito de colaboração e a coordenação com a administração são nesta fase, também essenciais. Um passo importante ainda é a leitura da bibliografia sobre o assunto. Por vezes pode ser suficiente adaptar uma solução já encontrada (este é caso corrente entre nós).

Isto sugere a síntese do modo de actuar na indústria — *recorrer alternadamente, ao estudo no laboratório e no gabinete.*

Mesmo assim, com uma efectiva proporção entre a observação, a leitura e a experiência, não é possível dispensar um discernimento perfeito e um raciocínio lógico para concluir dos factos. É necessária uma maneira de pensar clara e independente. Independente, não significa que possamos dispensar um encadeamento lógico de pensamentos. Pode por vezes, o resultado desse raciocínio, parecer-nos ilógico. Quantas vezes, teve a ciência de renegar ideias que, no entanto, durante séculos, lhe pareceram as únicas admissíveis. O raciocínio deve também conduzir-nos, sempre, pelos caminhos mais curtos. Não devemos esquecer nunca que «a investigação é difícil, mas que a investigação industrial é duplamente difícil, porque em todas as suas equações aparece o cifrão» ([3]).

Em resumo, os diferentes degraus para a solução do problema são:

1) Acumulação dos factos. Seu estudo e impressionamento no cérebro.
2) Digestão desses factos e resumo das condições obtidas, tendendo para uma nova solução (primeiro passo em frente).
3) Repetição de 2) tantas vezes quantas as necessárias ([4]).

3.º — *Estudo do processo*

Entre nós, os problemas que mais usualmente se apresentam à indústria, são: o desenvolvimento dum novo processo para a fabricação dum produto, ou a modificação

---

([1]) Ind. & Eng. Chem. 20 (1942), pág. 1928.
([2]) Berl — Lunge — D'Ams (Método de análise químico industrial) — Tomo I.
([3]) W. Platt — (Ind. & Eng. Chem. 21 (1929), pág. 655).
([4]) Killeffer — Obra citada.

dum, já em uso. Em qualquer dos casos os passos a seguir, podem obedecer ao mesmo esquema[1].

α) determinação da situação do mercado do produto e da actualidade do problema.
β) estudo da literatura existente respeitante ao assunto.
γ) selecção do método que aparente ser o mais indicado.
δ) elaboração duma lista de todos os factores intervientes na reacção, constantes físicas das matérias-primas e efeito de catalisadores.
ε) elaboração duma lista dos métodos da variação dos factores, referidos em δ).
ζ) selecção dum ou mais desses factores para estudar o efeito de variação para cada um, supondo os outros constantes.
η) selecção dos métodos de variação desses factores que não estejam dentro dos moldes usados na indústria em questão (ph, efeitos eléctricos e magnéticos, vácuo, radiações, etc.).
θ) fase experimental.
ι) compilação e estudo dos resultados obtidos.

Visto assim o problema, é fácil de concluir que um único experimentador só raramente tem informação fundamental suficiente para seleccionar o factor e o método adequado para o variar. Com efeito, a vastidão da mecânica química tal como, hoje em dia, é interpretada, os conhecimentos termodinâmicos necessários, a química moderna dos azeotrópicos e da catálise e tantos outros factores, que passaram do campo dos estudos teóricos, para o das realidades práticas, cada um destes pontos, enfim, é suficiente para preencher a vida inteira dum técnico ou dum cientista. Só uma eficaz colaboração de especialistas de processos, físicos e químicos, sem que nenhum deles considere «ponto de honra» a sua opinião e em que cada um seja suficientemente isento para reconhecer a falência dum método e a necessidade de recomeçar outro o pode permitir. O justo equilíbrio estará sempre no aproveitamento absoluto de todos, na medida do possível. Mais do que em qualquer outra altura, deverá haver na escolha do processo a preocupação económica dominante. A adopção dum método que permita um aproveitamento racional dos sub-produtos, será sempre um critério aconselhável.

4.º — *Estudo do equipamento*

Neste capítulo o estudo orienta-se mais para a adaptação de maquinaria existente, a novas funções e indústrias, que para a introdução de inovações. Na indústria química a aparelhagem é, por vezes, de custo muito elevado não só devido aos materiais utilizados, como à não possibilidade da sua fabricação em série O caminho a seguir será, portanto, o da maleabilidade na instalação, procurando, que o mesmo vaso de reacção ou utensílio, possam sempre cumprir mais que uma missão. O método aconselhável será análogo ao utilizado no estudo do produto.

α) elaboração duma lista do defeito que a aparelhagem deve evitar e das qualidades requeridas.
β) estabelecimento duma relação do equipamento conhecido possuindo propriedades de valor para o fim em vista.
γ) selecção do aparelho ou grupo, apresentando menos número de defeitos.
δ) averiguação das possibilidades de modificação, com viso a uma melhoria de utilização.

---

[1] Killeffer — Obra citada.

Os métodos atrás indicados para o estudo do processo e para o da aparelhagem, podem ser resumidos em 3 regras [1]:

a) Estudar todos os requisitos fundamentais quer para o processo quer para a máquina. Particularmente os que dependem das considerações económicas específicas.
b) Seleccionar um caminho de pesquisa tão longe quanto possível das actividades passadas, presentes ou futuras dos competidores. (Vistas largas com processos «em grande» dão quase sempre melhor solução económica).
c) Fazer só uma coisa de cada vez, e não tentar solucionar tudo ao mesmo tempo.

Ainda a este respeito Herbert Dow [1] (de Dow Chemical Company) requere soluções enquadradas em:

A) Equipamento com mais capacidade — Permite diminuir as despesas do controle químico e de mão de obra por unidade fabricada.
B) Análise automática — Evita perda de tempo e de dinheiro, de analista especialisado, em análises de rotina. O erro pessoal é também eliminado.
C) Automatização do funcionamento governada por servo-comandos, dependentes de analisadores automáticos.
D) Processos contínuos, automàticamente controlados e operados.

A crítica a esta opinião parece-nos fácil, nas nossas condições actuais. De facto o caso económico americano (energia barata e mão de obra cara) não é paralelo ao nacional, em que a energia, embora a caminho de solução, não é de modo algum, factor de 2.ª ordem. Por seu turno, a análise automática, não é aceite, de bom grado, pela parte do pessoal operário, que chega a danificar, propositadamente, os analisadores a fim de evitar um controle eficiente sobre o seu trabalho.

5.º — *Conclusões e elaboração de relatórios*

A última parte de qualquer trabalho deverá ser sempre, a compilação das notas tomadas durante os ensaios e estudos. A sistematização desses resultados facilita-se trabalhando com folhas soltas, e utilizando cada uma para seu assunto. Revendo o caderno de notas, vão-se anotando estas nas folhas respectivas consoante o seu conteúdo. Terminada esta tarefa, procede-se à crítica dos resultados obtidos e dos processos utilizados. Deve preparar-se então um esquema, tendo em vista os seguintes alvos [2]:

a) descoberta de falhas que devam ser preenchidas;
b) estudo dos temas em que as ideias não estejam suficientemente esclarecidas e que exijam um trabalho complementar antes de prosseguir;
c) estabelecimento dum guia a utilizar na redacção do relatório.

O relatório final será claro, objectivo e exacto. Não se deve sobrecarregar com opiniões desnecessárias mas interessa que seja tanto quanto possível informativo. Consoante a individualidade a que se destina, também o modo da apresentação dos assuntos variará. A ordenação destes poder-se-á efectuar de muitos modos, mas sempre obedecendo a uma norma bem definida. Poder-se-á seguir uma classificação; segundo a importância das matérias, cronológica de resultados, por grau de conhecimentos infor-

---

(1) Killeffer — Obra citada
(2) F. W. Edwards, no «Civil Engineering», Maio de 1949.

mativos, por encadeamento de semelhanças, pela conjugação e efeito, ou por qualquer outro método. O senso comum é ainda aqui o mais valioso ajudante.

Muitos bons relatórios, têm oito partes principais ([1])

α) página do título.
β) plano de trabalho.
γ) sinopse — resumo geral do assunto e das conclusões obtidas.
δ) introdução — deve tratar de 3 temas:

a) natureza e limitações do assunto;
b) propósito do relatório;
c) estruturação do trabalho.

ε) corpo do relatório — com toda a informação necessária para um perfeito entendimento do problema.
ζ) conclusão — resume os dados e refere as conclusões.
η) bibliografia.
θ) apêndices — com fotografias, esquemas, desenhos, cartas e gráficos a que se refere o texto.

Por vezes o relatório pode ser estritamente confidencial, especialmente na indústria particular. Não lhe deverá nesses casos como é evidente, ser dada publicidade. Outras, porém o assunto deverá ser divulgado o mais possível, para que outros colham proveito dos ensinamentos obtidos. É ausência de espírito de colaboração, reservar resultados obtidos, em especial em Organismos Oficiais. Pode suceder que, a partir deles, outros se consigam, de que os próprios divulgadores, possam vir a beneficiar. Que teria sucedido se todos, egoìsticamente, tivessem reservado para si quanto até hoje se obteve? O sistema de «Cartas ao editor» tão divulgado no estrangeiro parece-nos uma solução feliz, para pequenas comunicações. Com efeito, há certos resultados que se obtêm no laboratório que, não tendo a importância duma «descoberta», são, todavia, processos de solucionar dificuldades que nos surjem a cada momento. Outras vezes, são soluções de dúvidas parcelares surgidas em trabalhos de maior fundo. Na solução geral delas está, em via de regra, a do problema em jogo.

Em casos de colaboração e divulgação de experiências, faz-se sentir mais que em quaisquer outros, a necessidade duma normalização eficiente nacional e internacional. Entende-se como tal, no sentido mais vasto ([2]): o trabalho de unificação feito duma maneira sistemática e organizada, considerando as necessidades de todos os interessados e com o fim de evitar a variedade, técnica e econòmicamente arbitrária, de dimensões e propriedades em toda a classe de produtos industriais.

A norma não pode resultar duma imposição arbitrária, determinada pela necessidade num dado instante histórico ou local. Deve ser antes resultante dum equilíbrio estável (técnico e económico) e não deve impedir a possibilidade de progresso, em qualquer momento, que se torne necessário. Sob o ponto de vista químico, a sua definição engloba, actualmente, a especificação pròpriamente dita (limite duma propriedade, a que o produto deve satisfazer) e a técnica a seguir nessa determinação. As entidades mais indicadas para efectuar o estudo das normas relativas a qualquer assunto, são sempre aquelas que mais experiência têm do mesmo, quer pelo conhecimento da sua aplicação, quer pelo da sua composição e fabrico. Só quem tenha sentido, o problema de

([1]) F. W. Edwards, no «Civil Engineering», Maio de 1949.
([2]) «Introducción en la normalización» de Zimmermann — Böddrich.

perto e com ele tenha contactado largamente, quer no laboratório, quer na indústria, estará apto a se pronunciar. É sempre perigoso e pode ter graves consequências um estudo normativo entre as paredes dum gabinete, tentando adaptar às necessidades nacionais e actuais, a especificação ou técnica, seguida noutros países, com outras variáveis em equação. O facto de universalmente, se reconhecerem nas normas D.I.N. ou A.S.T.M. (para não falar de tantas outras) qualidades incontestáveis, não quer dizer que sejamos levados a uma tradução, para a nossa língua, da técnica alemã ou americana. Pode-se transigir com adaptações mas nunca, com traduções. A competência das pessoas que ao assunto se devem dedicar, tem de ser indispensàvelmente isenta de crítica. É precisamente essa uma das vantagens que a normalização pode trazer àqueles que necessitam resolver, num dado instante, um problema e, por falta de tempo ou de especialização, não estiverem suficientemente informados, nem puderem proceder a estudos pormenorizados. Como esta, muito mais vantagens surgem indistintamente para o comerciante, vendedor, consumidor ou técnico, relacionado com o caso. As possibilidades de produção e fiscalização em série, aumentam a eficácia, o que se traduz numa melhoria do custo unitário. As necessidades de armazenagem e empate de capital diminuem bem como os gastos gerais. Os próprios acidentes podem ser atenuados e, em resumo, o rendimento pode beneficiar dum aumento substancial. Aguardemos que, a exemplo do extinto Instituto Português de Combustíveis [1], outros organismos se pronunciem divulgando tentativas de normalização referentes aos assuntos de sua competência. Deixemos decorrer, sempre, um período experimental suficiente e, organizemos, então, um cadastro geral das especificações e métodos analíticos, cuja falta tanto se faz sentir, nele citando, a exemplo do estrangeiro, as entidades responsáveis pelas diversas matérias.

Nesta designação de «métodos analíticos» englobamos todos aqueles, que nos podem esclarecer, àcerca da composição dum produto ou das suas propriedades. Tempos houve em que «análise» significava química dos constituintes. O conceito evoluiu, generalizando-se a toda e qualquer determinação, que directa ou indirectamente nos permita uma identificação rápida, mercê, inclusivamente, de características físico-químicas ou físico-técnicas indispensáveis para a aplicação a efectuar. Provas bastante evidentes, se encontram, a todo o momento, nas especificações estrangeiras a que acima aludimos. Casos há, em que a apreciação de produtos químicos industriais, não inclui uma única análise química. Os processos físico-técnicos instalaram-se, já, com raízes bem profundas. A sua execução é rápida. Como único inconveniente a apontar, se assim se lhe pode chamar, encontra-se a aquisição do material especial, indicado em cada caso. Ensaios de resíduo ao peneiro, de poder de suspensão, de pigmentação, formação de película, espessamento e tantos outros do mesmo tipo, que não encontram classificação por métodos antigos, permitem-nos a obtenção de dados industriais de grande interesse. Desde a previsão da possibilidade de deterioração em armazém, até à de variação das composições no ciclo fabril bem como das qualidades finais que o produto apresentará depois de acabado, estes processos, rápidos e de simples execução, fornecem-nos possibilidades não só de apreciação de matérias-primas e produtos manufacturados, como, de aumento do rendimento de fabrico. Para eles se dirigem os olhares dos técnicos de além fronteiras. Tentemos, também nós, mais este caminho que se nos abre. Conseguiremos assim, uma economia de tempo, essencial, para recuperarmos o atrazo em que, ainda, nos encontramos. Não nos esqueçamos que temos de, primeiro que tudo, organizar um cadastro técnico industrial, das matérias-primas nacionais. Só então, deveremos tratar das possibilidades do seu aproveitamento e manufactura. Se quisermos trabalhar, econòmicamente, teremos de atender antes do mais, ao tempo. É certo que não poderemos seguir o exemplo

---

[1] Publicações do I. P. Combustíveis.

daquela firma americana que, possuidora já de 36 laboratórios de investigação, em que só os cientistas (em menor número que os técnicos) são, em número superior a 1 800 construíu recentemente o seu 37°, que se encontra orçado em 30 000 000 de dólares (cerca de 900 mil contos). E trata-se, evidentemente duma firma particular! . . .

II — Posição da Escola

Não podem as escolas ficar indiferentes, ou limitarem-se a comentários extra-problema. A sua posição é de suma responsabilidade perante a Nação. Esta só espera que «cada um cumpra o seu dever» e ele é neste caso — a colaboração. Uma colaboração estreita, sincera e dedicada. Isenta de mesquinhez, com o espírito de equipa, que deve incutir nos próprios alunos. Além de patriótica, a sua missão é de alto interesse formativo. A atitude do chefe de trabalhos perante a turma que o acompanha, é a mesma de cada membro, perante os outros, ou ante o dirigente — uma responsabilidade cônscia. Cada passo em frente rejubilará todos, pois para ele deram a sua contribuição. Cada derrota servirá de estímulo e desafio à tenacidade. Uma experiência mal sucedida, pode tornar-se mais utilitária em ensinamento, por meio duma discussão criteriosa das razões do insucesso, que uma manipulação repetida automàticamente, por gerações e gerações, de alunos. É certo que durante o período de aprendizagem todo o aluno deve ser obrigado a efectuar, um certo número de preparações básicas, na sua formação. Não é menos certo, porém, que por terem ultrapassado, há muito o limite de idade vai sendo altura de aposentar os programas das aulas práticas de certas cadeiras do Instituto, que atingiram já o equilíbrio estático. A prática de manipulações deverá ser, sempre que possível, uma aplicação e desenvolvimento das aulas teóricas. Nela se tentará também coordenar não só as diversas cadeiras que o aluno vai aprendendo, mas, dum âmbito mais vasto as diversas ciências de que deve ter conhecimento. Ficará a saber as delimitações dos diversos campos e até onde pode ir a sua intromissão (um dos mais recentes prémios Nobel de fisiologia, foi conferido a um químico). Que, de início, o Professor encaminhe o aluno bem está. Que se sirva dele como um par de mãos, acessório para a realização dos seus trabalhos em curso, sem sequer o colocar ao corrente da função do seu trabalho, dentro do quadro geral dos estudos em curso, como se faz em certas escolas estrangeiras não pode ser. Ao aluno deverá ser sempre prestada assistência, sem dirigismo. O espírito de colaboração surgirá, lado a lado, com o respeito pelo Mestre. O influxo dos conhecimentos e a prática do Professor será duplamente proveitoso — encorajante e informativo. Este deixará ao aluno a solução sucessiva de problemas cada vez mais complexos, que lhe incutirá gradualmente confiança no próprio trabalho. Com este contacto poderá também o Mestre ir avaliando das possibilidades de cada um, ajudando-o a definir o seu próprio caminho. Se bem que as qualidades sejam susceptíveis de aperfeiçoamento e educação, melhor será aproveitar aqueles que apresentam predisposições naturais. A solução apresentada pelo Professor Eng.° Herculano de Carvalho na inauguração do passado ano lectivo na Universidade Técnica [1] é, com efeito, ideal — a criação de cadeiras de opção. De facto nos últimos anos do Curso, quando o aluno, possuidor duma certa bagagem de conhecimentos, evidencia as suas tendências, é descaroável obrigarem-no a perder tempo com cadeiras que, só esporàdicamente lhe poderão vir a ser úteis, desviando-o daquelas que lhe interessam.

A criação deste tipo de curso permite, não abstraindo da formação geral, como friza o ilustre Professor, uma maior especialização, com a obtenção de mais vastos conhecimentos dentro dos assuntos de interesse. A solução é, não só lógica, mas tão necessária

---

[1] Prof. Eng.° Herculano de Carvalho — «Técnica», Janeiro de 1950.

que os Professores das cadeiras de especialidade têm para ela mostrado nítidas tendências e, nos últimos anos, na orientação dos seus cursos. Surgirá pois como um remate indispensável da orgânica do Técnico.

Nos alunos que se destinem à investigação são indispensáveis um raciocínio lógico e um discernimento perfeito dos factos, para uma colaboração efectiva entre, a observação, a leitura e a experiência. É imprescindível uma maneira de pensar clara e independente. Precisam de se habituar a seguir um encadeado de pensamentos, sem se perder no caminho, mesmo que o resultado pareça ilógico, em relação à experiência dos factos até aí conhecidos. Necessitam também que o raciocínio os conduza pelos caminhos mais curtos.

O problema económico, dentro da Universidade não nos parece, de modo nenhum, insolúvel. Mesmo a tese por várias vezes apresentada de se tratar dum ciclo vicioso (1) (2), não se nos aparenta verdadeira. Em nossa opinião trata-se, ùnicamente, dum investimento de capital para, mais tarde, receber os respectivos juros, como deve ser sempre a Educação. Em todos os países actualizados esta, bem como a Assistência Médico-Social, são deficitárias. A receita vai ser obtida por outra via, mercê do progresso económico da Nação e do aumento do nível de vida resultante.

À Escola compete «formar investigadores» e não «dedicar-se à investigação». Esta deverá ser, sempre que possível de características particulares. As tendências da centralização, não são viáveis a não ser duma maneira coerciva e como tal destinada ao insucesso.

As secções de estudo e pesquisa são, normalmente, na indústria, as mais inacessíveis aos visitantes não só pelas necessárias condições de trabalho, mas ainda, pelo que, de vital e secreto elas envolvem. «A não ser nos domínios da ciência pura foi a Indústria — continua a sê-lo — quem levou a investigação química e física ao desenvolvimento actual» (3).

A esta compete encarar o problema com visão. A colaboração com a Universidade, só lhe pode ser proveitosa. A ela deve a formação do seu pessoal superior, cérebro das suas fábricas. O desenvolvimento destas é directamente proporcional aos conhecimentos e aptidões daquele. Está pois de longe na mais directa dependência da Escola. Por outro lado, quando não possua instalações ou especialistas, para o estudo dum assunto determinado, pode a ela recorrer a fim de receber a colaboração, que lhe não é nunca recusada. Este contacto torna-se sempre proveitoso, para ambas as partes. Começa a haver uma certa compreensão, por parte dos industriais, deste ponto. Muito satisfeitos ficaremos todos se a acção se generalizar, com a aceitação que lhe é devida. Econòmicamente, também é atraente, pois traz à Escola receita, que lhe permite sustentar as despesas com os estudos realizados. Os alunos terão, assim aumentado os seus conhecimentos com a prática realizada, sem que daí resulte inconveniente para o orçamento escolar. Aliás nem só as grandes somas são solução para o problema. Quantas vezes com a «boa vontade» se suprem muitas deficiências económicas. Se não se pode atacar a posição de frente, ladeia-se para procurar um ponto mais acessível. O aparelho do engenho é fundamental para os futuros engenheiros. Um aproveitamento do existente, sem armários poeirentos com aspecto de museu, bem como uma distribuição racional das verbas disponíveis, cremos ser o caminho indicado. Nesta se inclui a execução de planos de apetrechamento, realizáveis em vários anos. Um bom exemplo, o caminho seguido no laboratório de Química Orgânica, nos últimos 3 anos, onde, com pouca despesa, se pode ver já uma modificação notável. Tem-se conseguido dar uma utilização real à aparelhagem existente e só se tem

---

(1) Prof. Eng.º Alves — «Técnica», Maio de 1946.
(2) Eng. Lopo — «Técnica», Dezembro de 1949.
(3) Prof. Dr. V. Barbosa — «Técnica», de 1941.

adquirido material indispensável, recorrendo-se, sempre que possível à sua execução nas oficinas do I. S. T. O plano das novas aquisições a efectuar, é, também, um interessante documento, duma acção exacta das circunstâncias.

Dentro dos assuntos respeitantes ao curso de química-industrial, temos alguns que se adaptam, duma maneira especial, à nossa orientação. A investigação pode apresentar aqui 2 aspectos — de gabinete e laboratório.

Estão no 1.º caso a Tecnologia Química e a Química Física, o que não dispensa embora o acompanhamento da 2.ª fórmula. Nesta se incluem as cadeiras de Análise, de Química Orgânica, de Metalurgia e de Electro-Química. Em qualquer dos processos, o estudo económico, deverá ser sempre preocupação dominante de professores e alunos. O mesmo assunto poderá ter equipas diferentes, estudando-o sob os diversos prismas. Uma orientação superior interliga-las-á, promovendo conferências, de modo a que cada um esteja, permanentemente, ao corrente do trabalho, dos restantes membros, para, da experiência destes tirar o máximo proveito. Essas diferentes equipas poderão, inclusivamente, pertencer a Escolas diferentes. É o caso, por exemplo, dum estudo de D. D. T. e que, simultâneamente, podem estar ligados médicos, biologistas, veterinários, agrónomos e engenheiros. Dentro do nosso Instituto, parece-nos indispensável, para atingir um rendimento satisfatório, a consideração dos lugares de Chefes de Trabalho. A exemplo do estrangeiro, estes serão, Professores sem darem aulas. A sua missão será guiar os grupos de alunos, nos trabalhos de investigação e estudo, em colaboração com os titulares das cadeiras. Devem-se encontrar, todo o dia no Instituto, para que em qualquer momento possam resolver dúvidas surgidas. Quantos de nós não sabemos o que significa ter de esperar pelo Professor ou Assistente dias e dias, para continuar um trabalho, inclusivamente porque precisamos de material, que se encontra fechado nos armários? Deverá o Chefe de Trabalhos colaborar com os alunos, orientando-os na consulta da bibliografia respectiva e tomar, mesmo, a seu cargo, um dos problemas do conjunto.

O trabalho de grupo é, incontestàvelmente preferível, sabido como é que hoje em dia, mais do que nunca, o técnico não se pode isolar do seu meio. Se assim é na vida, forçoso é que se formem os alunos dentro deste são princípio. Cada um cumprirá o que lhe compete, ajudando os restantes, sempre que lhe seja possível. Procurar-se-ão aproveitar as tendências naturais e individuais, sem permitir um alheamento dos restantes processos. Que uns procurem executar de preferência processos físicos ou químicos, consoante as suas predilecções, mas que não descurem a execução daqueles para que as suas predilecções não os solicitem tanto. Cada um terá a sua responsabilidade individual, mas será solidário na do conjunto. Procurar-se-á também que, alternadamente, uns e outros tomem a condução dos ensaios de cada equipa.

Na constituição dos grupos deverá ser dada predominância aos alunos dos 2 últimos anos. Os do 4.º ano, trabalharão sob a sua orientação, podendo alguns do 3.º também colaborar. Estes últimos deverão ser sempre em número reduzido pois a sua finalidade — aprendizagem — trará naturalmente abaixamento no rendimento da turma. As suas funções deverão ser as de auxiliares-preparadores. A pouco e pouco, os mais velhos, lhes deverão permitir o acesso a operações de maior responsabilidade. Simultâneamente assistirão a todas as conferências, aos trabalhos dos restantes, e deverão ser esclarecidos o mais possível. O número de componentes de cada equipa, deverá ser ditado pelo Chefe de Trabalhos, consoante as necessidades do trabalho em curso. Julgamos lógica uma oscilação entre 3 e 8 componentes. Cada um deverá ter sempre uma missão bem definida a cumprir. A escolha dos colaboradores deverá, sempre que possível, ser deixada ao arbítrio do aluno, do 5.º ou 6.º ano, indicado para dirigir os trabalhos. É essencial para a boa condução destes, espírito de colaboração e boas relações entre todos. Não nos parece mais vantajoso o sistema de grupos entre colegas, de ano, a não ser por questões de horário. Este deverá ser bem estudado e facilitado pelos Professores de diversas cadeiras a que o estudo possa interessar.

Entrando em vigor o regime, atrás citado, das cadeiras de opção, a solução deste problema facilitar-se-á. Um estudo do sistema de horários preconizados pelo Prof. Eng.º Luís Alves, no seu Estudo sobre a Organização do Curso de Química ([1]) permite também a visibilidade do assunto.

Sempre que possível, deverá ser dada publicação dos resultados obtidos, na *Técnica,* para elucidação de todos. Esta à semelhança das suas congéneres estrangeiras, poderá promover a criação duma secção apropriada, com o aspecto de «Cartas ao Editor» ou qualquer outro do mesmo tipo. As comunicações aí efectuadas, terão um aspecto informativo e sem pretensões. O seu conteúdo será de responsabilidade exclusiva dos autores — como aliás todos os outros artigos o são já.

Deixámos, propositadamente, para o fim, por nos parecer de maior importância o problema das instalações-piloto. Com efeito é esta o elo da ligação entre o laboratorial e a fábrica. O desnível de escalas entre um e outro — grama e tonelada — necessita dum patamar intermédio, da ordem do quilograma. Na indústria o custo duma instalação deste género, é largamente compensado pelos benefícios que advêm de evitar prejuízos em larga escala, de tempo gasto e matérias-primas, bem como evitar a interrupção da laboração da linha de fabrico em experiência. Pode fornecer pequenas quantidades (amostras) dum produto novo, ou modificado, para propaganda. Podem-se assim estudar as possibilidades do mercado, a qualidade, quantidade e preço.

Para que se possa tirar o máximo rendimento duma instalação piloto, deve esta ([2]):

1) estar completamente equipada
2) possuir um pessoal competentíssimo
3) ser bem percebida por todos os departamentos.

Deve: ser uma reprodução fiel com todos os pertences e instalações (ventilação, pressão, vapor, água, aquecimento, etc.); ter elasticidade de montagem, que permita efectuar outras combinações dos seus elementos bem como possibilidade e acessibilidade para efectuar todas as determinações necessárias (de preferência registos automáticos).

O pessoal destas instalações deve possuir pesquisadores de laboratório e pessoal de acção (da fábrica). Só o conjunto de opiniões e ideias permite obter bom resultado.

O trabalho efectuado nestes moldes confere aos alunos aptidões excepcionais. Ele deverá ser objecto de orientação do Instituto. Parece-nos ser esta a solução que se procura na introdução ao artigo «O apetrechamento dos laboratórios de química de I. S. T.» ([3]). Com efeito não cremos econòmicamente viável a adopção do sistema da Universidade de Brown. Além disso ela parece-nos mais própria para formação de agentes técnicos de engenharia que de engenheiros. O objectivo aí indicado de «familiarizar» o estudante com o manejo dos aparelhos empregados nos processos da indústria «química», embora de âmbito escolar, deve quanto a nós ser atingido como é costume no Instituto — extra-escolarmente, nas fábricas, em tirocínios e visitas, sob orientação dos professores.

([1]) Prof. Eng.º Luís Alves — «Técnica», Abril de 1949.
([2]) Killefer — Obra citada.
([3]) Eng.º Pinto Pinheiro — «Técnica», Março de 1949.

Notas sobre a resolução de sistemas hiperstáticos pelo método de Rieger

POR J. TIROA

C. D. 624.041.2

I — Introdução

O método de Rieger é um dos processos mais simples e interessantes, do ponto de vista prático, de que o engenheiro dispõe para a determinação dos esforços em sistemas hiperstáticos onde seja legítimo desprezar os efeitos deformadores de acções longitudinais e transversais. Esta hipótese é corrente no cálculo de pórticos de elementos rectilíneos horizontais e verticais ou outros sistemas com elementos de pequena curvatura ou pequena inclinação e comum a todos os métodos de cálculo conhecidos, especialmente concebidos para o efeito.

O livro do autor do método (J. Rieger — Les constructions hyperstactiques — Paris 1 927) é um tratado analítico em que, passo a passo, se examinam os vários casos particulares, partindo do simples para o complicado, tratando-os, de início, por aplicação do teorema do trabalho mínimo e com recurso à integração. E, em cada problema, conclui-se ser possível exprimir os momentos flectores nos nós em função das áreas dos diagramas de momentos nos diversos montantes e travessas ou de momentos estáticos dessas áreas. Daqui vem a engenhosa ideia da interpretação geométrica das equações fornecidas pela aplicação do teorema de Castigliano, que conduz a dois teoremas — relativos, um às áreas dos diagramas de momentos, outro aos momentos estáticos das mesmas áreas — nos quais se pode sintetizar e consubstanciar todo o método.

Essas ideias aparecem progressivamente e, assim, não se faz ressaltar nem o carácter de generalidade nem o extenso domínio de validade dos princípios — apresentados, como o são, um tanto esporàdicamente e a propósito de casos particulares — que o autor explorará a fundo mais longe.

No presente trabalho, elaborado na aula prática da 13.ª cadeira, procura-se efectuar uma síntese dos ensinamentos de Rieger, apresentando, com carácter de generalidade, os dois princípios acima citados e algumas normas práticas de aplicação, e utilizá-la na resolução de alguns problemas.

II — Vantagens dos métodos

O método de Rieger fornece, directamente, equações lineares nos momentos, sem necessidade de:

- considerar incógnitas intermédias — ângulos, reacções — como nos métodos de Gehler, Mancy e Müller-Breslau;
- considerar e ajustar diversas fases sucessivas de propagações, como no método de Cross, que o chegam a tornar incómodo.

As equações obtidas, juntas às da Estática são, em geral, superabundantes, o que permite a execução de verificações.

A obtenção das equações nos momentos é facílima, o que permite, até, verificar ràpidamente os resultados obtidos por outros métodos.

III — Os dois princípios do método

1 — Consideremos um anel material de directriz plana fechada, ou célula de um sistema reticulado plano, em que se possam desprezar os trabalhos de deformação por efeito de esforços longitudinais e transversais.

Suponhamos traçado, com eixo na directriz do anel, o diagrama dos momentos flectores que nele se verificam em virtude da solicitação.

O trabalho de deformação de uma porção s do anel será dado por

$$Z = \int_0^s \frac{M^2}{2EI}\, ds$$

Consideremos duas secções A e B do anel, entre as quais haja um troço com continuidade material (ausência de cortes ou articulações). O momento flector na secção S é dado, com as notações da fig. 1 e representando por μ o momento isostático (correspondente ao simples apoio da estrutura em A e B) por

$$M = \mu - M_0 - V_0 x - H_0 y$$

Fig. 1

O teorema de Castigliano diz-nos que

$$\frac{\partial Z}{\partial H_0} = \int_0^s \frac{M}{EI}\frac{\partial M}{\partial H_0}\, ds = -\int_0^s \frac{M}{EI}\, y\, ds = \Delta\varepsilon$$

$$\frac{\partial Z}{\partial M_0} = \int_0^s \frac{M}{EI}\frac{\partial M}{\partial M_0}\, ds = -\int_0^s \frac{M}{EI}\, ds = \Delta\varphi$$

representando por $\Delta\varepsilon$ e $\Delta\varphi$, respectivamente os desvios relativos, linear — segundo A B — e angular, das secções A e B.

2 — Se se pode afirmar *à priori* a invariabilidade da distância A B — o que tem lugar, com as hipóteses usuais e excluídos problemas especiais como os respeitantes às variações de temperatura e a deslocamentos considerados como efeitos primários (assentamentos, efeito de tracções ou compressões, primárias), em relação a dois *quaisquer* pontos de um pórtico entre os quais haja continuidade — verifica-se que

$$\boxed{\int_0^s \frac{M}{EI}\, y\, ds = 0}$$

só importando a continuidade material entre os dois pontos A e B e não nos extremos A e B que podem ser *rótulas*.

Esta última expressão traduz o teorema dos momentos estáticos das áreas dos diagramas de momentos que se pode assim enunciar:

«A soma dos momentos estáticos das áreas dos diagramas de momentos (divididas por E I), supostas aplicadas na directriz do troço — qualquer — do anel considerado, em relação à recta que une os extremos do troço, é nula».

Antecipando-nos um pouco às aplicações, podemos já obter um resultado que largamente utilizaremos. Aplicado o teorema aos montantes, encastrados e sem carga, de um pórtico cuja travessa não sofre deslocamento, completados, como se indica na fig. 2, por elementos de $I = \infty$ (que dão termos nulos), obtém-se

$$-\frac{M_2\, h}{2} \times \frac{h}{3} + \frac{M_1\, h}{2} \times \frac{2\, h}{3} = 0$$

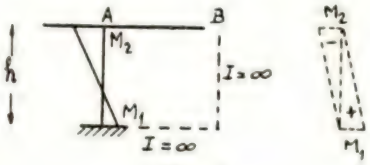


Fig. 2

ou seja o resultado conhecido

$$M_2 = 2\, M_1$$

3 — Quando se saiba *à priori* da não existência de deslocamento angular relativo

GABINETE DE ESTUDOS HIDRÁULICOS

ORGANIZADO EM 1945

Telefones 4 5451 e 5 3873 — Rua Rodrigo da Fonseca, 62-4.º D.to — LISBOA

ABASTECIMENTOS de ÁGUA

Direcção do
Eng.º Ferreira Chaves

Alguns trabalhos realizados:

Abastecimento de Água de Setúbal.

Ampliação do Abastecimento de Água do Funchal (Plano Geral).

CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS
SONDAGENS

Direcção do
Eng.º Augusto Cavaco

Alguns trabalhos realizados:

Estação de Valada (Comp.ª das Águas de Lisboa).

Captações do Canário (S. Miguel — Açores).

TRABALHOS MARÍTIMOS
FUNDAÇÕES

Direcção do
Eng.º Vasco Costa

Alguns trabalhos realizados:

Estudo de obras acostáveis (Figueira da Foz e S. Tomé).

Fundação flutuante sobre lôdos (Sacavém).

APROVEITAMENTOS
HIDRO-AGRÍCOLAS
E
HIDRO-ELÉCTRICOS

—

"APAGEL"

Direcção do
Eng.º Barrancos Vieira

Alguns trabalhos realizados:

Rega (projectos e execução):

Aprov. Hidro-Agrícola de Vale de Moura (Rega de 250 ha).

Aprov. Hidro-Agrícola de Mercês (Rega de 40 ha).

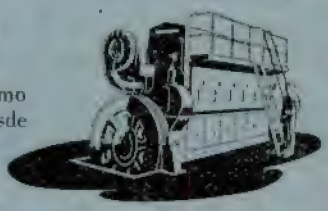
Energia (projectos):

Aprov. Hidro-Eléctrico do Biópio (Angola).

Obras de Derivação e Central Subterrânea de Salamonde (Cávado).

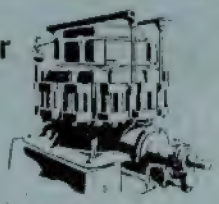
O nome NORDBERG representa
SERVIÇO DE CONFIANÇA
onde estes produtos* forem usados . . .

* Motores Diesel



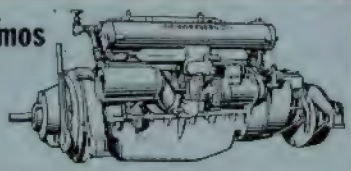
Para serviço marítimo e estacionário, desde 10 HP a 8500 HP. Grande variedade de motores de dois e quatro tempos, superalimentados ou não. Segurança e economia demonstradas em centenas de instalações, em toda a parte do mundo.

* Máquinas para Triturar e Peneirar



Sortido completo de trituradoras cónicas e mandibulares, para trituração primária e secundária de minérios e minerais industriais. Também temos uma grande variedade de peneiras vibratórias, alimentadores e crivos de barras para classificação dos materiais secos e húmidos.

* Motores marítimos a gasolina

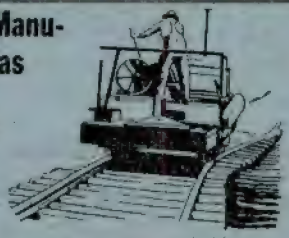


Três modelos de 6 cilindros para serviço pesado, de 50 HP a 135 HP, para embarcações comerciais e de recreio. De transmissão directa, ou com relações de desmultiplicação de 1,88, 2,44, 3,32 e 4,12 para 1. Modelos «standard» ou de rotação oposta, com ou sem tomada de força na embraiagem dianteira.

* Maquinaria para Processamentos

Moinhos de vários diâmetros e comprimentos para operação em circuito aberto ou fechado; a seco ou húmido. Neste equipamento estão incluídos secadores rotativos, fornos, esfriadores e extintores de cal.

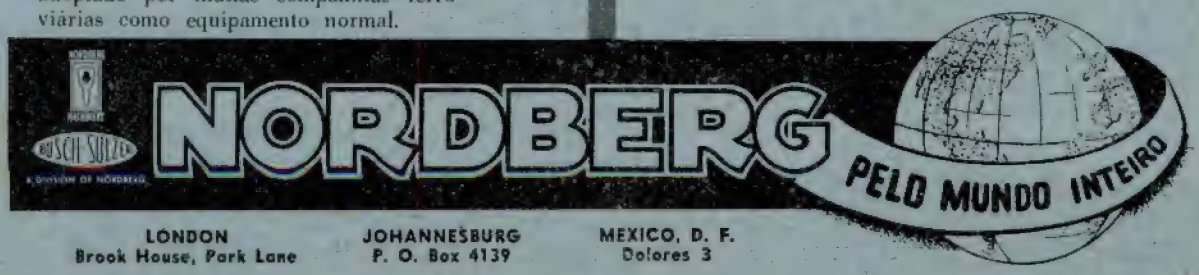
* Maquinaria para Manutenção de Ferrovias



Durante mais de vinte anos o nome NORDBERG identificou-se com o aperfeiçoamento da maquinaria especial para serviço de conservação ferroviária. O equipamento NORDBERG revolucionou os métodos de conservação, e é adoptado por muitas companhias ferroviárias como equipamento normal.

Durante quase sessenta anos a experiência e perícia técnicas Nordberg têm sido aplicadas na construção de vários tipos de maquinaria pesada, hoje em serviço em todo o mundo. A melhor prova da boa fama que as máquinas Nordberg têm merecido nas múltiplas actividades que servem encontra-se em numerosos clientes satisfeitos e em pedidos sempre repetidos.
Para informações detalhadas respeitantes a qualquer dos produtos aqui ilustrados, dirija-se ao escritório Nordberg mais próximo.

NORDBERG MANUFACTURING CO.
Milwaukee 7, Wisconsin, U.S.A.
Telegr.: NORDBERG



LONDON
Brook House, Park Lane

JOHANNESBURG
P. O. Box 4139

MEXICO, D. F.
Dolores 3

das duas secções extremas A e B — o que se dá, por exemplo, quando nem A nem B sofrem deslocamentos angulares absolutos, por virtude de encastramento ou por simetria — tem-se

$$\boxed{\int_0^s \frac{M}{EI}\, ds = 0}$$

expressão que nos permite enunciar o teorema das áreas dos diagramas:

«Se não há deslocamento angular relativo de A e B, é nula a soma das áreas dos

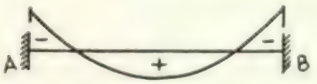


Fig. 3

diagramas de momentos (divididas por EI) ao longo do troço de anel AB».

qualquer eixo — que, inclusivamente, lhe pode ser tangente — é nula; também o é a soma das áreas dos diagramas de momentos».

5 — Note-se que o teorema dos momentos estáticos, na sua forma generalizada

$$-\int_0^s \frac{M}{EI}\, y\, ds = \Delta\varepsilon$$

é manifestamente aplicável ao estudo dos esforços por variação de temperatura ou por efeito de outras causas que origenem deslocamentos nas estruturas cuja grandeza se possa avaliar.

IV — Indicações sobre a aplicação

1 — Na aplicação do 1.º teorema a uma célula de um pórtico contínuo poder-se-ia adoptar qualquer eixo, dado que se pode admitir a invariabilidade da distância de quaisquer dos seus pontos. Exs. (Fig. 4):

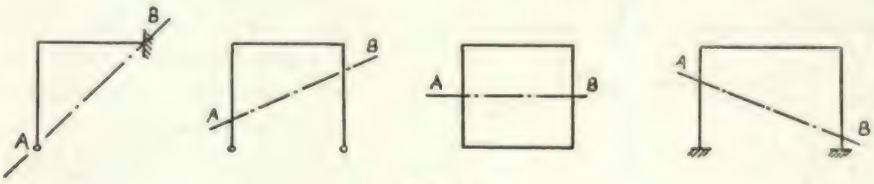


Fig. 4

Aplicado, por exemplo, a uma viga encastrada nos extremos, dá-nos a conhecida propriedade de serem iguais as áreas do diagrama de momentos, acima e abaixo da fibra neutra, que se obtém por desloca-

É prático, porém, fazer coincidir o eixo com um dos lados da malha e, se esta não tem forma rectangular, completá-la, pelo terreno ou maciço de apoio, com elementos de $I = \infty$. Exs. (Fig. 5):

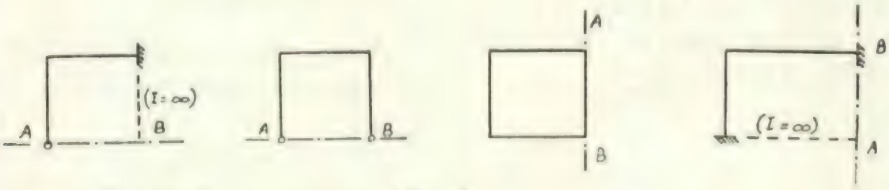


Fig. 5

mento do diagrama correspondente à hipótese de ligação por apoios simples (Fig. 3).

4 — Com as hipóteses restritivas de continuidade indicadas a propósito de cada um dos dois teoremas precedentes, pode-se afirmar, como é óbvio:

«A soma dos momentos estáticos dos diagramas de todo o anel, em relação a

2 — O 2.º teorema, de aplicação porventura mais simples mas menos frequente, exige que os extremos do troço de malha estejam, pelas condições do problema, impossibilitados de deslocamento angular, ao menos relativo. Exs.: ($\widehat{AB}$ ou $\widehat{A'B}$) (Fig. 6).

3 — Na aplicação de cada um dos teoremas não há necessidade de efectuar os

cocientes dos momentos estáticos ou áreas pelo produto EI, mas tão sòmente pelos I se for caso de haver elementos de I diferentes.

Fig. 6

4 — Como se deixa ver, os enunciados dos dois teoremas pressupõem a seguinte convenção de sinais: Têm o mesmo sinal (+) e representam-se do lado de dentro do anel ou célula os momentos que tendem a incurvá-lo para interdorso.

Convém assinalar que, na aplicação a malhas contíguas, os momentos, representados no diagrama, relativos ao troço comum, têm sinais diferentes em relação a cada uma das malhas. É assim que, no caso da fig. 7, com o diagrama indicado a ponteado, o

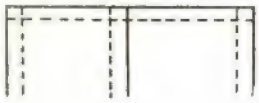


Fig. 7

termo relativo ao montante central tem o sinal + ao considerar-se a arcada da esquerda e o sinal contrário ao tratar-se da da direita.

Também, ao considerar o equilíbrio dos nós, se tem de ter em conta a mesma convenção. Assim, representando as letras valores absolutos (Fig. 8):

$M_1 - M_2 - M_3 = 0$ $\qquad$ $M_1 + M_2 - M_3 - M_4 = 0$

Fig. 8

V — Marcha do método

Traçam-se, qualitativamente, os diagramas dos momentos — isostáticos e de continuidade — e designam-se por letras — M — os valores absolutos dos momentos extremos de cada elemento rectilíneo. O traçado é fácil e, de resto, de uma incorrecção de sinal apenas resultará aparecer como negativo o M de sinal mal atribuido.

Esgota-se a estática:

— assinalando, ao traçar os diagramas, os momentos iguais (por simetria, por concorrerem no nó apenas dois elementos, etc.), o que constitui redução do número de incógnitas;
— escrevendo as equações de equilíbrio dos nós em que não se tenha efectuado a redução acima indicada;
— exprimindo o equilíbrio longitudinal de montantes e travessas onde os esforços longitudinais sejam conhecidos na totalidade.

Finalmente, escrevem-se as equações do equilíbrio elástico, expressas pelos teoremas fundamentais, necessárias para completa resolução e verificação.

VI — Aplicações

Vamos dar alguns exemplos de sistemas constituidos por peças de igual secção e igual I.

Classificaremos a sua hiperstaticidade pelo número de equações suplementares a juntar às da estática para completa resolução.

1 — Sistemas simplesmente hiperstáticos.

a) Seja o da fig. 9. A estática indica-nos que são iguais os M a um e outro canto para que a travessa esteja em equilíbrio longitudinal.

Temos

$$\Omega = \frac{2{,}857 \times 3 \times 4}{7} \times \frac{7}{2}$$

$$= 17{,}14 \text{ m}^2 \text{ Ton.}$$

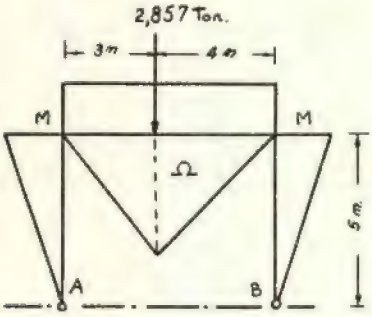


Fig. 9

Por aplicação do teorema dos momentos estáticos em relação ao eixo AB

$$5 \times (17{,}14 - 7\,M) - 2 \times \frac{5\,M}{2} \times 5 \times \frac{2}{3} = 0$$

ou

$$51{,}42 - 31\,M = 0$$

donde

$$M = 1{,}66 \text{ m. Ton.}$$

b) No caso da fig. 10.

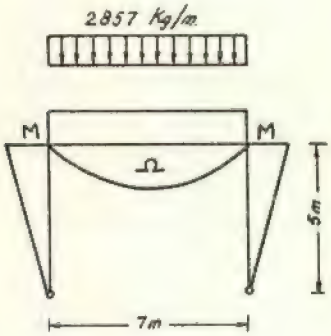


Fig. 10

$$\Omega = \frac{2}{3} \times 7 \times \frac{2{,}857 \times 7^2}{8}$$

$$= 81{,}67 \text{ m}^2 \text{ Ton.}$$

e

$$5 \times (81{,}67 - 7\,M) - 2 \times \frac{5\,M}{2} \times 5 \times \frac{2}{3} = 0$$

donde

$$M = 7{,}90 \text{ m Ton.}$$

c) Acção do vento (fig. 11).

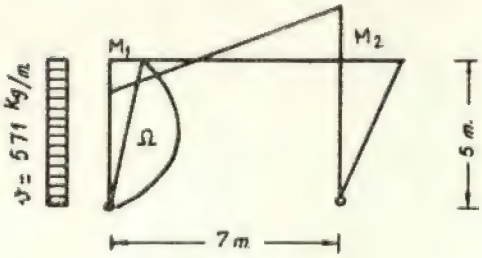


Fig. 11

$$\Omega = \frac{2}{3} \times \frac{0{,}571 \times 5^2}{8} \times 5 = 5{,}95 \text{ m}^2 \text{ Ton.}$$

A estática dá-nos (equilíbrio longitudinal da travessa)

$$T = \frac{M_1 + M_2}{5} = \frac{571 \times 5}{2}$$

O teorema dos momentos estáticos, em relação à linha dos apoios, diz-nos que:

$$5{,}95 \times \frac{5}{2} + \frac{5\,M_1}{2} \times \frac{2}{3} \times 5 + \frac{7\,M_1}{2} \times 5 -$$

$$- \frac{7\,M_2}{2} \times 5 - \frac{5\,M_2}{2} \times \frac{2}{3} \times 5 = 0$$

Das duas equações:

$$M_1 = 3{,}28 \text{ m Ton.}$$

$$M_2 = 3{,}85 \text{ m Ton.}$$

2 — Sistemas duplamente hiperstáticos.

a) Seja o sistema da fig. 12.

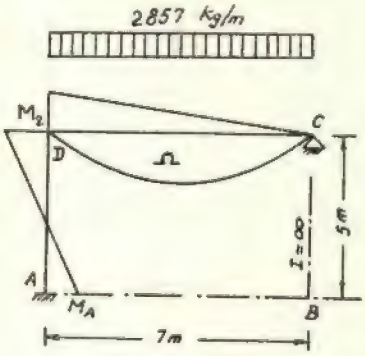


Fig. 12

A estática não nos diz mais do que o que está figurado no diagrama.

Tem-se

$$\Omega = 81{,}67 \text{ m}^2 \text{ Ton.}$$

Por aplicação do teorema dos momentos estáticos em relação a BC

$$\frac{5\,M_1}{2} \times 7 - \frac{5\,M_2}{2} \times 7 + 81{,}67 \times$$
$$\times \frac{7}{2} - \frac{7\,M_2}{2} \times \frac{2}{3} \times 7 = 0$$

e em relação a CD

$$M_2 = 2\,M_1$$

Resulta

$$M_1 = 5{,}70 \text{ m Ton.}$$
$$M_2 = 11{,}40 \text{ m Ton.}$$

b) Acção dum vento horizontal (Fig. 13):

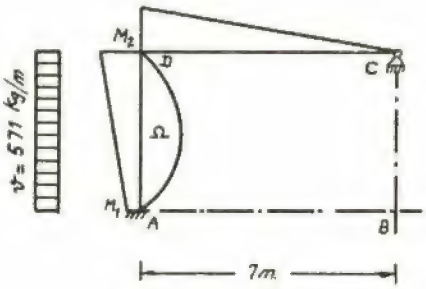


Fig. 13

É:

$$\Omega = 5{,}95 \text{ m}^2 \text{ Ton}$$

Por aplicação do teorema dos momentos estáticos em relação a CD:

$$-\frac{5\,M_1}{2} \times \frac{2}{3} \times 7 - \frac{5\,M_2}{2} \times \frac{1}{3} \times 7 + 5{,}95 \times \frac{7}{2} = 0$$

e, em relação a BC:

$$-\frac{5\,M_1}{2} \times 7 - \frac{5\,M_2}{2} \times 7 + 5{,}95 \times 7 - \frac{7\,M_2}{2} \times$$
$$\times \frac{2}{3} \times 7 = 0$$

Das duas equações:

$$M_1 = 1{,}59 \text{ m Ton}$$
$$M_2 = 0{,}42 \text{ m Ton}$$

c) Caso da fig. 14:

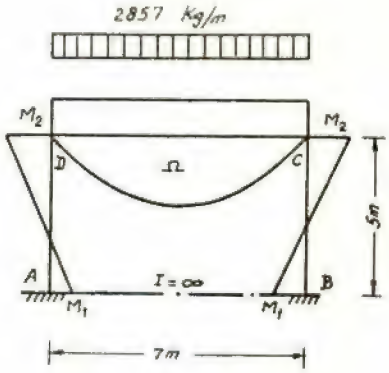


Fig. 14

$$\Omega = 81{,}67 \text{ m}^2 \text{ Ton}$$

Tem-se (momentos estáticos em relação a CD):

$$M_2 = 2\,M_1$$

Pelo teorema do anulamento das áreas:

$$2\,\frac{M_1 - M_2}{2} \times 5 + 81{,}67 - 7\,M_2 = 0$$

Resulta:

$$M_1 = 4{,}30 \text{ m Ton}$$
$$M_2 = 8{,}60 \text{ m Ton}$$

Podia-se efectuar verificação por outra aplicação do teorema dos momentos estáticos. Também se podia aplicar o teorema das áreas entre a secção A e a secção do meio de CD, que não sofrem deslocamento angular.

3 — Sistemas de hiperstaticidade múltipla.

a) Pórtico de 1 andar (Fig. 15).

A estática dá-nos (além das reduções já efectuadas no diagrama):

$$M_3 - M_4 - M_5 = 0$$

O teorema dos momentos estáticos diz-nos que:

$$M_2 = 2\,M_1 \qquad M_5 = 2\,M_6$$

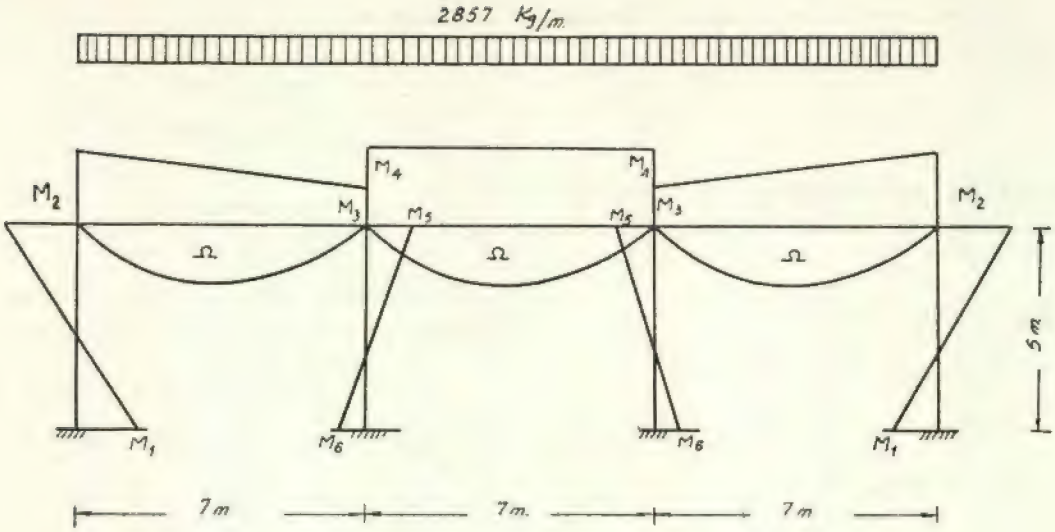


Fig. 15

O teorema das áreas, aplicado a uma das arcadas extremas dá-nos:

$$81{,}67 - \frac{M_2 + M_3}{2} \times 7 + \frac{M_1 - M_2}{2} \times 5 + \\ + \frac{M_6 - M_5}{2} \times 5 = 0$$

Aplicado à arcada central (mudados os sinais aos diagramas de momentos nos montantes):

$$81{,}67 - 7\,M_4 + (M_5 - M_6) \times 5 = 0$$

O teorema dos momentos estáticos, das áreas dos diagramas na primeira arcada, tomando como eixo o primeiro montante, dá-nos:

$$81{,}67 \times \frac{7}{2} - \frac{7\,M_2}{2} \times \frac{7}{3} - \frac{7\,M_3}{2} \times \\ \times \frac{2 \times 7}{3} - \frac{M_5 - M_6}{2} \times 5 \times 7 = 0$$

Além destas 6 equações, suficientes para a determinação do M, outras se poderiam obter.

Acha-se:

$M_1 = 3{,}53$ m Ton
$M_2 = 7{,}06$ m Ton
$M_3 = 13{,}32$ m Ton
$M_4 = 12{,}10$ m Ton
$M_5 = 1{,}22$ m Ton
$M_6 = 0{,}61$ m Ton

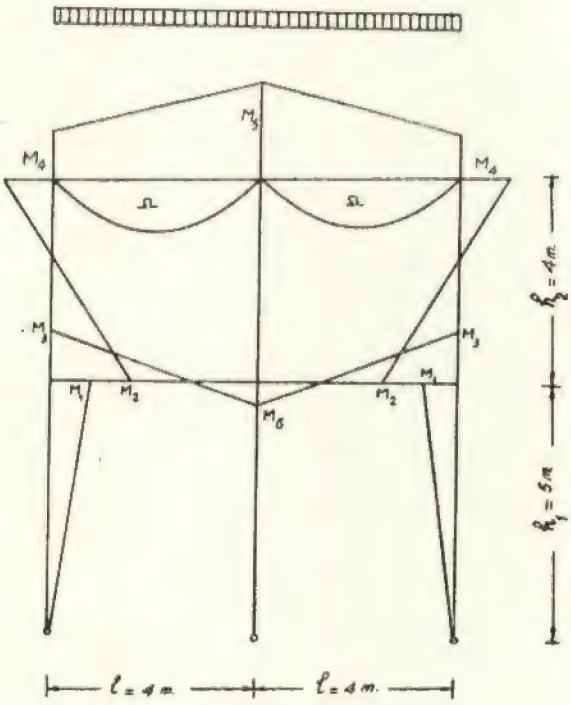


Fig. 16

b) Pórtico de 2 andares (Fig. 16)

Seja

$$\Omega = 4\,752 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

Pela estática:

$$M_2 - M_1 - M_3 = 0$$

Nenhuma das secções do montante central sofre desvio angular:

$$M_3 = 2\,M_6$$

Com várias aplicações do teorema dos momentos estáticos, fáceis de ver:

$$2\,M_1\,h_1 + 3\,(M_6 - M_3)\,l = 0$$

$$(2\,M_2 - M_4)\,h_2 + 3\,(M_3 - M_6)\,l = 0$$

$$6\,\Omega \;\; - 3\,(M_4 + M_5)\,l - (2\,M_4 - M_2)\,h_2 = 0$$

$$3\,\Omega \;\; - (M_4 + 2\,M_5)\,l = 0$$

Obtém-se:

$$M_1 = 72 \text{ m Kg}$$
$$M_2 = 192 \text{ m Kg}$$
$$M_3 = 120 \text{ m Kg}$$
$$M_4 = 564 \text{ m Kg}$$
$$M_5 = 1500 \text{ m Kg}$$
$$M_6 = 60 \text{ m Kg}$$

Verificação, com o teorema das áreas aplicado à malha esquerda superior:

$$-\frac{564 + 1\,500}{2} \times 4 + 4\,752 +$$
$$+\frac{192 - 564}{2} \times 4 + \frac{120 - 60}{2} \times 4 = 0$$

CORREIAS TRANSPORTADORAS

PELO ENG.º DE MINAS (I. S. T.) FERNANDO DE MELLO MENDES

C. D. 621.826

Não pretendemos com este trabalho apresentar novidades. Escrevemo-lo porque na nossa vida profissional verificámos escassês de bibliografia portuguesa sobre o assunto e dificuldades na consulta de bibliografia estrangeira.

I — Introdução

Desde as suas primeiras aplicações, no século passado, as correias transportadoras sofreram grandes melhoramentos, a que corresponderam alargamentos apreciáveis do seu campo de utilização.

Inicialmente destinadas a transportar um número muito limitado de produtos, principalmente materiais leves como sejam os cereais, são hoje utilizadas para o transporte de materiais a granel de, pràticamente, todas as categorias, empacotados, peças soltas, etc.

As descobertas, por Thomas Robins, das correias revestidas de borracha (1 890) e dos jogos de roletes em *fundo de masseira* (1) muito contribuiram para o aperfeiçoamento e expansão deste meio de transporte.

As necessidades de economia de mão de obra concorreram também poderosamente para a sua utilização, que permiti ua remodelação de muitas indústrias e mesmo o desenvolvimento de outras consideradas difíceis antes da aplicação deste sistema.

Acompanhando o aumento das aplicações, os trabalhos de investigação das grandes casas construtoras, bem como os ensinamentos colhidos da experiência, conduziram aos modernos tipos de transportadores de correia.

Graças a estes trabalhos de investigação, nomeadamente os realizados sobre as correias pròpriamente ditas, chegou-se à fabricação de tipos especiais, quer de altas resistências mecânicas, quer de altas resistências à abrasão e à corrosão. Isto permitiu cada vez maior aplicação das correias, principalmente no que respeita a transporte de minérios grosseiros, produtos metalúrgicos e produtos químicos corrosivos.

Em resumo: dada a extensão do seu campo de utilização e os resultados com elas conseguidos, a possibilidade de aplicação de correias transportadoras tem, presentemente, que ser encarada, na maior parte dos casos, quando se trata do estudo de qualquer problema de transporte de materiais a granel.

II — Partes fundamentais dum transportador de correia

Um transportador de correia compõe-se, essencialmente, das seguintes partes:

1) Correia pròpriamente dita.
2) Conjunto de arrastamento da correia, compreendendo motor (ou motores), redutor (ou redutores) de velocidade e um ou mais tambores.
3) Tambor extremo, de inversão do movimento de correia.
4) Sistema de suporte da correia, ao longo do seu desenvolvimento, quer no ramo carregado quer no vazio, sistema este geralmente constituído por roletes.
5) Sistema esticador da correia, para lhe manter a tensão conveniente.

(1) «Troughing idlers» em inglês e «galets en auget» em francês.

6) Estrutura resistente, que mantém na posição devida os vários órgãos do transportador.

III — Tipos plano e em fundo de masseira

Há, fundamentalmente, dois tipos de correias transportadoras:

1) Correias planas.
2) Correias côncavas ou em *fundo de masseira.*

As correias côncavas são as utilizadas, por excelência, para o transporte de materiais a granel, devido à sua maior capacidade em relação às correias planas. Este facto, duma maneira geral, torna de pequena importância o maior inconveniente que aquelas têm em relação a estas e que, como adiante veremos ao falar das correias pròpriamente ditas, consiste nos esforços de flexão lateral a que estão sujeitas.

As correias planas, menos utilizadas para o transporte a granel, têm o principal campo de aplicação no transporte de empacotados (em armazéns, cais, estações de correio), de pequenas peças em oficinas de montagem, etc.

IV — Jogos de roletes

As correias côncavas são suportadas, no seu ramo carregado, por jogos de roletes em fundo de masseira. Estes jogos são geralmente constituídos por três roletes, sendo o central do eixo horizontal e os exteriores de eixos inclinados de 15° a 30°.

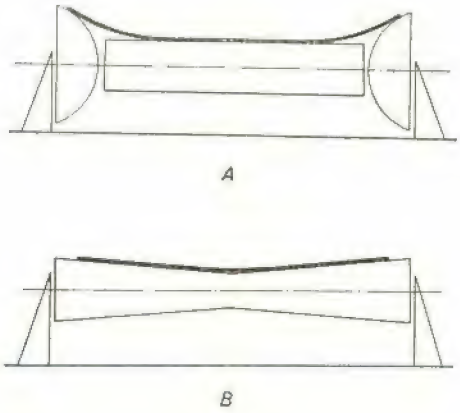


Fig. 1

Para obter a forma côncava da correia utilizaram-se várias soluções, entre as quais a constituída por um eixo horizontal suportando três roletes, um central cilíndrico e dois laterais em forma de calote (fig. 1-A) e a constituída por um único rolete, composto por dois troncos de cone e montado em eixo horizontal (fig. 1-B). Estas duas soluções, embora tivessem aceitação temporária, apresentavam inconvenientes, a primeira por oferecer pequeno apoio aos bordos inclinados da correia e a segunda por, devido à variação do diâmetro, ter maiores velocidades tangenciais nos lados que no centro, facto que dá origem a patinamentos da correia, com os correspondentes desgastes desta e do rolete.

A primeira solução a dar verdadeiramente bons resultados foi a de Robins, com o seu jogo de três roletes em fundo de masseira, (fig. 2).

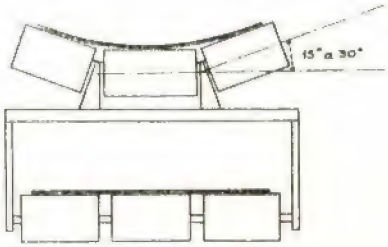


Fig. 2

Para suportar a correia no ramo vazio Robins propôs jogos de três roletes montados num eixo horizontal fixo (fig. 2). Contudo, a prática provou a vantagem da utilização de um único rolete pois com aquela solução verificava-se por vezes a imobilização de um dos roletes, devido a acumulação de resíduos do material transportado, a deficiente lubrificação ou a qualquer outra causa, facto que originava importantes desgastes na correia e no rolete.

Para correias mais largas, utilizaram-se também jogos com cinco e seis roletes (figs. 3 e 4). A prática mostrou a desvantagem dos dois roletes horizontais, por razões idênticas às indicadas para os jogos com mais de um rolete para o ramo vazio.

Modernamente, embora se continuem a utilizar jogos de cinco roletes, a tendência

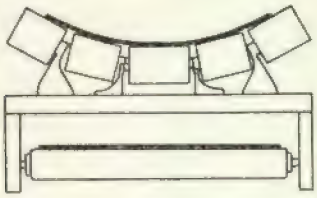


Fig. 3

Fig. 4

é para os jogos de três roletes, com os laterais inclinados de 20° (fig. 5), mesmo para as correias mais largas. Isto por a prática ter indicado que esta solução oferece a

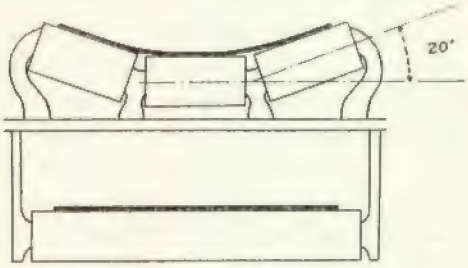


Fig. 5

máxima capacidade com a utilização de um número mínimo de rolamentos. Também em alguns casos se utilizam hoje jogos com dois únicos roletes, como seja para serviços com correias estreitas, até 18″ (fig. 6), e em alguns transportadores mineiros; nestes casos a inclinação dos roletes é ainda geralmente de 20°. Para suporte da correia no ramo vazio utiliza-se um único rolete.

Fig. 6

Para as correias planas utilizam-se, tanto para o ramo carregado como para o vazio, roletes cilíndricos do tipo usado no ramo vazio das correias côncavas (fig. 7).

A construção mecânica dos roletes também evoluiu através dos tempos.

Os corpos dos roletes, que inicialmente se usaram de madeira, tanto no ramo carregado como no vazio, são hoje, pràticamente, todos metálicos, verificando-se a tendência para a sua construção em chapa de ferro em vez de fundidos, por razões de diminuição de peso e economia de material.

Fig. 7

Duma maneira geral, também os modernos roletes são todos montados em rolamentos, ou de esferas ou de rolos.

Os suportes dos roletes, nomeadamente nos jogos em fundo de masseira, evoluiram igualmente bastante. A tendência moderna é acabar com os jogos com os roletes laterais apenas apoiados na parte interior (fig. 2), substituindo-os por jogos com suportes exteriores (fig. 5); esta solução, embora necessitando de mais dois rolamentos por jogo, dá maior rigidez aos eixos dos roletes exteriores, diminuindo as possibilidades de aparecimento de folgas por ruina dos respectivos rolamentos de apoio.

Caminha-se também no sentido da obtenção de suportes leves e mais económicos, substituindo as peças de fundição por peças de chapa.

A lubrificação dos roletes faz-se geralmente com massa, por copos de lubrificação ou por bomba. Nos casos em que se pretende fazer a lubrificação de um só lado do transportador utilizam-se tubos de lubrificação, todos com a origem dum dos lados do jogo de roletes. Estes tubos, porém, constituem um pormenor delicado e, por isso, só se devem aplicar quando absolutamente indispensáveis.

Há a maior vantagem, no ramo carregado, em os suportes dos roletes do mesmo jogo estarem montados solidàriamente em

travessas de madeira ou chapa ou em perfilados, que se aparafusam à estrutura resistente. Isto permite manter as posições relativas convenientes das várias peças do mesmo jogo e facilita a sua substituição sempre que qualquer reparação é necessária. Com o fim de economizar material e obter transportadores mais leves, os modernos suportes são fabricados de maneira a poderem ser aplicados sobre perfis leves, nomeadamente cantoneiras colocadas com a aresta para cima (fig. 8).

Fig. 8

Para maiores facilidades na substituição de roletes, nota-se também a tendência para construir jogos com os três roletes iguais, quer situados com os seus eixos no mesmo plano, quer com o rolete central recuado (fig. 9).

Os roletes do ramo vazio são geralmente montados apoiando os seus eixos em suportes de chapa aparafusados à estrutura resistente.

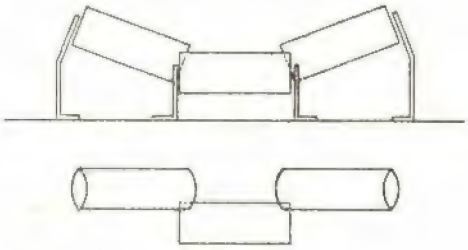


Fig. 9

Tanto estas chapas como as barras de fixação dos suportes dos roletes do ramo carregado devem estar aparafusadas com a possibilidade de pequenos deslocamentos, por exemplo em furos ovalizados, para permitir rectificar o plano dos jogos de roletes, facto indispensável para o perfeito alinhamento da correia.

Para o mesmo efeito utilizam-se jogos especiais auto-alinhadores, de que falaremos mais tarde.

O grau de aperfeiçoamento dos roletes depende da importância do serviço a que se destinam. Assim, para grandes capacidades e grandes comprimentos de transporte, em que, como veremos, as parcelas da potência exigidas para vencer o atrito dos roletes têm uma importância capital, são necessários roletes muito aperfeiçoados, que permitam reduzir ao mínimo aqueles gastos de potência.

Ao desenvolvimento conseguido neste campo deve-se mesmo a grande expansão conseguida por este tipo de transporte mecânico, pois permitiu, por um lado, embaratecer transportes caros e, por outro, tornar praticáveis transportes que antes não se consideravam econòmicamente realizáveis.

Teòricamente, a força necessária para vencer o atrito dos roletes sobre os eixos é tanto menor quanto maior for a relação entre o diâmetro das suas cintas exteriores e o diâmetro dos eixos. Na prática, os diâmetros dos roletes variam usualmente entre 80 e 200 milímetros, consoante a natureza do serviço. Os construtores ingleses e americanos têm normalmente os seus roletes compreendidos dentro da escala 3″—4 ½″—5″—6″—7″—8″. Os primeiros só se utilizam para serviços leves, ao passo que os últimos são os indicados para cargas excepcionalmente pesadas.

Para os roletes de retorno, principalmente nas correias utilizadas nos trabalhos mineiros, desce-se, por vezes, abaixo de 3″, utilizando-se diâmetros até 2¼″ (5,7 cm).

A largura dos jogos de roletes depende, evidentemente, da largura da correia. Nos jogos em fundo de masseira a correia, devidamente centrada, deve ficar com os seus bordos a uma distância mínima dos bordos dos roletes laterais variando entre 4 cm para correias de 14″ de largura e 6 cm para correias com 60″, isto para permitir admissíveis deslocamentos laterais. Para os roletes do ramo vazio a sua largura deve exceder a da correia em, pelo menos, 7,5 cm; o mesmo para o ramo carregado das correias planas.

Existem tipos de jogos de roletes especiais, como sejam os para escolha manual e os para transporte de cereais.

Os primeiros (fig. 10-A), também com 3 roletes em fundo de masseira, têm o rolete central mais largo que o normal, geralmente com um comprimento tal que seja inferior à largura da correia em 25 a 30 cm; nestas condições os roletes laterais, que são pequenos e também geralmente inclinados a 20°, apenas servem para arquear um pouco os bordos da correia, para não haver transbordo de material.

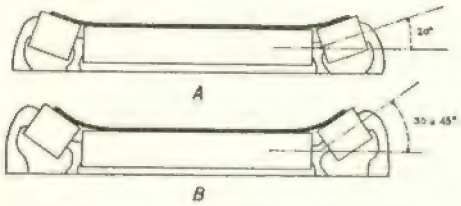


Fig. 10

Os segundos (fig. 10-B) apenas diferem dos anteriores por terem os roletes laterais mais inclinados, geralmente 35° a 45°.

Alguns construtores apresentam tipos de jogos de roletes com o plano dos eixos destes inclinado de 2° a 2° 3° em relação ao plano transversal normal à correia, e no sentido do movimento desta (fig. 11); isto como objectivo de obterem uma certa auto-centragem da correia, provocada pelo ataque oblíquo dos roletes laterais. A nosso ver esta medida é de importância muito restrita e pouco influe nas condições de trabalho da correia. Mais adiante falaremos na maneira de alinhar as correias e sobre os arranjos especiais utilizados para tal fim.

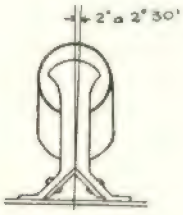


Fig. 11

O espaçamento dos roletes depende, principalmente, da largura da correia, do peso específico do material a transportar e ainda do tamanho dos grandes blocos quando o material a transportar for heterogéneo.

Os construtores apresentam geralmente para os seus transportadores em fundo de masseira distâncias entre roletes mais ou menos normalizadas e de resultados comprovados pela prática, as quais, para o ramo carregado, variam entre 1,50 m, para correias estreitas e materiais leves, e 0,75 m para correias largas e materiais pesados; para o ramo vazio aconselham distâncias de 3,00 m a 2,70 m, esta última distância para correias de mais de 36″ de largura.

V — Correias sem roletes ou assentes em roletes apenas parcialmente

Também se usam transportadores de correia sem roletes, escorregando a correia sobre um estrado. Este é geralmente constituído por travessas de madeira; sendo metálico tem que ser furado para baixar a coesão entre a sua superfície e a da correia. Para diminuir o desgaste da correia a velocidade de trabalho deve ser o mais baixa possível. Estes transportadores, que têm a sua aplicação especial no transporte de empacotados, consomem evidentemente maior potência que os providos de roletes. O ramo de retorno destas correias é geralmente suportado por roletes cilíndricos.

Em alguns transportadores mineiros que são carregados lateralmente nas frentes de ataque apenas a parte central da correia assenta em roletes, apoiando-se as laterais em chapas ligeiramente inclinadas.

VI — Inclinação admissível

Um dos factores que limitam o emprego das correias transportadoras é o ângulo máximo admissível para este tipo de transporte.

Este ângulo máximo depende, não só do ângulo de talude natural do material, mas também das suas condições especiais de composição, granulometria e forma dos blocos elementares, e da velocidade e das condições de carga do transportador.

Duma maneira geral podemos dizer que os materiais grosseiros, com blocos mais ou menos arredondados, admitem menores inclinações que os materiais finos ou os constituídos por blocos angulosos.

De igual maneira o material heterogéneo em calibre permite maiores inclinações que o material calibrado.

A uniformidade da alimentação da correia é muito importante neste campo pois permite, em relação à alimentação descontínua e para um mesmo material, maior ângulo de inclinação.

A humidade, por seu lado, se até uma determinada percentagem às vezes favorece, acima desta pode diminuir consideràvelmente as possibilidades de trabalho das correias em rampa, chegando mesmo a impedir o seu funcionamento acima de fracos ângulos.

O Quadro I indica, para várias classes de materiais e condições normais, os respectivos ângulos máximos de inclinação admissíveis para transporte em correias (21).

QUADRO I

Classes dos materiais	Angulo máximo de inclinação admissível
1 — *Materiais que correm fàcilmente:* cereais em grão, brita lavada, antracite, etc.	16°
2 — *Material em grandes blocos:* minérios grosseiros, rocha quebrada, etc.	16°
3 — *Misturas de grandes blocos e finos:* minérios, rocha quebrada, brita e areia, etc. . . .	20°
4 — *Material fino:* areia, sal, minérios finamente quebrados, etc.	20°
5 — *Materiais pulverizados:* cimento, enxofre, gesso, etc.	23°

Os valores indicados neste quadro são os máximos admissíveis em transporte contínuo. Na prática deve sempre pretender-se descer tanto quanto possível abaixo deles, porquanto inúmeras causas, nomeadamente a interrupção da alimentação, podem provocar o recuo dos materiais, quer por rolamento quer por escorregamento. É boa prática utilizar ângulos de inclinação inferiores, pelo menos em 10° a 15°, aos ângulos de talude natural.

Duma maneira geral, as grandes velocidades de transporte permitem maiores inclinações.

É de notar, porém, que, para condições iguais de velocidade e largura, o aumento de inclinação diminui a capacidade de transporte das correias.

Em alguns transportadores portáteis aumentam-se os ângulos possíveis de inclinação usando correias com travessas de borracha, madeira ou metálicas, aparafusadas; isto nomeadamente para o transporte de empacotados.

VII — Largura das correias

A largura das correias transportadoras correntes varia entre 30 cm e 150 cm.

Os construtores ingleses e americanos fornecem a seguinte escala de larguras normalizadas:

12″ — 14″ — 16″ — 18″ — 20″ — 24″ — 36″
42″ — 48″ — 54″ — 60″

A largura da correia a utilizar num dado caso concreto depende da capacidade de transporte pretendida. Evidentemente, a largura mínima admissível pode ser condicionada pelo tamanho dos blocos e composição do material a transportar, conforme se indica no Quadro II (21).

QUADRO II

Largura da correia (in.)	Dimensão máxima dos blocos a transportar	
	Tamanho uniforme	Com 90 % de finos
12	5 cm	8 cm
14	5	8
18	8	13
24	11	20
30	15	28
36	20	38
42	25	46
48	30	53
54	36	61
60	41	71

VIII — Velocidade

A velocidade das correias transportadoras é limitada por um certo número de

factores práticos: tipo e propriedades do material a transportar, largura da correia e sistema de alimentação desta. É necessário que a velocidade não provoque o transbordo do material, quando a correia vai com a sua carga máxima normal.

Para as condições médias de trabalho e várias larguras de correias temos as seguintes velocidades máximas recomendáveis (21) (Quadro III):

QUADRO III

Velocidades máximas recomendáveis

Largura da correia (in.)	Tipo de material		
	Cereais em grão ou outros materiais leves que correm fàcilmente	Material de características médias	Material muito abrasivo
12 - 14	2,0 met. / seg.	1,5 met. / seg.	1,0 met. / seg.
16	2,5	1,5	1,0
18	2,5	2,0	1,5
20	3,0	2,0	1,5
24	3,0	2,5	1,5
30	3,5	2,5	1,5
36 - 42 - 48	4,0	3,0	2,0
54 - 60	4,0	3,0	2,0

Ao arbitrar a velocidade de uma correia transportadora é de capital importância atender às condições de alimentação. Se estas são más é necessário tomar como máximos admissíveis valores inferiores aos do Quadro III. Com condições de alimentação excepcionalmente boas é possível trabalhar com velocidades superiores às indicadas naquele quadro.

Há casos especiais que obrigam a velocidades muito mais baixas. É o que acontece, por exemplo, no transporte de materiais frágeis que pela fracturação se desvalorizam, no transporte de empacotados e nas correias de escolha manual.

No transporte de empacotados as velocidades correntes variam entre 0,40 e 0,60 metros por segundo e nas correias de escolha manual entre 0,25 e 0,75 metros por segundo. Quando a correia tem descarregadores de tambores não convém usar velocidades menores que 1,50 metros por segundo e, quando possuem descarga lateral, convém trabalhar entre 0,75 e 1,00 metros por segundo.

IX — Secção recta da carga

Interessa, no caso geral, conhecer qual a secção recta máxima da carga que uma correia admite em condições normais de trabalho, isto é, a secção de carga que confere à correia uma capacidade máxima normal para uma dada velocidade de trabalho.

É evidente que a área real desta secção recta depende de vários factores, como sejam a granulometria e propriedades físicas do material a transportar e as características do sistema de alimentação da correia. No que vamos dizer considera-se que o material e os demais factores influentes possuem características médias, isto é, representam a média dentro dos variadíssimos casos possíveis de transporte em correias.

A determinação da secção recta da carga numa correia transportadora é um problema em que as resoluções de carácter teórico têm que ser tomadas sob muita reserva, atendendo à multiplicidade de factores práticos que influem, como dissemos.

Para o resolver têm sido propostas várias fórmulas.

As mais simples consideram a área S da secção recta da carga directamente pro-

porcional ao quadrado da largura l da correia, sendo portanto do tipo

$$S = a\, l^2$$

em que *a* é um coeficiente prático correspondente às condições normais de carga máxima da correia.

Estas fórmulas, contudo, apresentam o inconveniente de não entrarem em linha de conta com o facto de as correias mais largas terem, em relação às mais estreitas, proporcionalmente maior capacidade. De facto, para que não haja transbordo de material, os extremos laterais da carga sobre uma correia não se podem aproximar dos bordos desta menos de uns 2 a 3 cm, no mínimo, distância esta que não depende da largura da correia. Sendo assim, é evidente que, nas correias mais estreitas, a percentagem desaproveitada da sua largura é maior que nas correias mais largas.

A «Goodyear Tire & Rubber Company» (21) considerava antigamente, nos seus cálculos de correias transportadoras em fundo de masseira, com roletes laterais inclinados de 20°, uma fórmula do tipo acima indicado,

$$S = 0{,}0768\ l^2 \qquad \text{(a)}$$

Porém, atendendo aos factores apontados atrás, reviu esta fórmula, substituindo-a por

$$S = \frac{l + 180}{2500}\ l^2$$

em que l vem expresso em polegadas e S em polegadas quadradas. Exprimindo esta última fórmula em unidades métricas (l — cm; S — cm²) temos

$$S = \frac{l + 457{,}2}{6350}\ l^2$$

ou seja

$$S = (0{,}000157\ l + 0{,}072)\ l^2 \qquad \text{(b)}$$

A comparação dos resultados fornecidos pelas fórmas (a) e (b) pode ser observada na fig. 12.

A fórmula usada por Lahoussay (8) para correias em fundo de masseira com roletes laterais a 20°, que, exprimindo a largura da correia l em centímetros e a área S da sua secção recta em cm², se escreve

$$S = 0{,}122\ (0{,}9\ l - 5)^2\ ,$$

também atende ao facto do crescimento relativo da secção útil à medida que aumenta a largura da correia.

A sua comparação com a fórmula revista da Goodyear mostra a identidade prática de valores que se observa, para as duas fórmulas, na zona compreendida entre 60 cm e 110 cm de largura das correias (fig. 12).

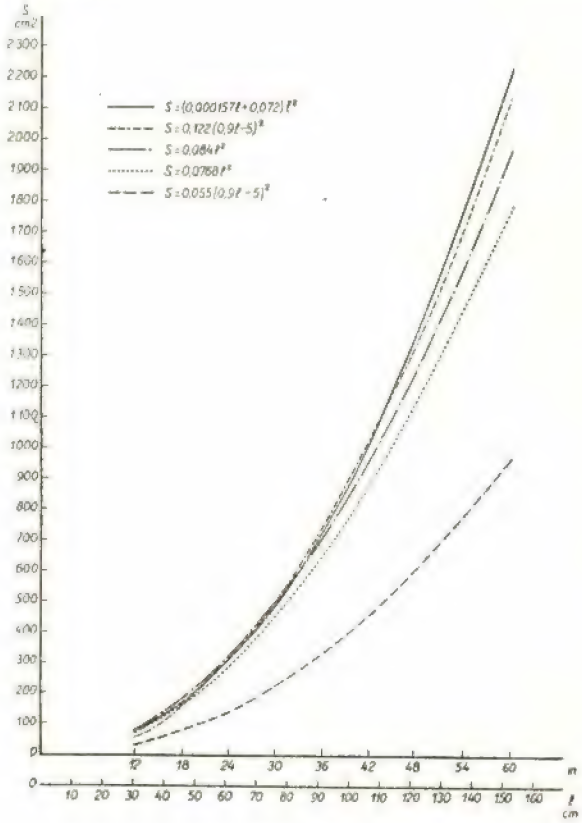


Fig. 12

No mesmo gráfico representamos também a variação fornecida pela fórmula indicada por Hanffstengel (3) para correias côncavas, que, exprimindo a largura l em cms e a área S em cm² se escreve (¹)

$$S = 0{,}055\ (0{,}9\ l - 5)^2\ .$$

(¹) Para a dedução desta fórmula, Hanffstengel considera a área da secção recta da carga como sendo limitada superiormente por uma parábola, de altura $h = \frac{1}{12}\, b$, sendo $b = 0{,}9\ l - 0{,}05$. (l em metros). Nestas condições a área, em m², seria

$$S = \frac{2}{3}\, b\ .\ h = \frac{2}{3 \times 12} \times (0{,}9\ l - 0{,}05)^2 =$$
$$= 0{,}055\ (0{,}9\ l - 0{,}05)^2 .$$

Como se observa, é uma fórmula do tipo da de Lahoussay, simplesmente utilizando um coeficiente muito mais baixo e que dá resultados muito inferiores aos conseguidos na prática.

Indicamos ainda na fig. 12 a curva obtida utilizando outra fórmula do tipo $S = a\,l^2$, mas considerando $a = 0{,}084$, como o fazem actualmente alguns construtores. Esta fórmula dá valores que se aproximam muito dos fornecidos pelas fórmulas de Lahoussay e Goodyear (revista) na zona das 30″ de largura; tem contudo, na sua generalidade, os inconvenientes já apontados às fórmulas do tipo $S = al^2$.

A nossa preferência vai para as fórmulas de Lahoussay e da Goodyear (revista), de resultados pràticamente identicos. Na sequência deste trabalho seguiremos a segunda por julgarmos ser esta a fórmula que existe actualmente com maior número de comprovações fornecidas pela prática.

Tudo o que dissemos se refere a correias em fundo de masseira. Para as correias planas a Goodyear (21) considera áreas da secção recta máxima normal da carga iguais a metade das áreas verificadas em correias em fundo de masseira da mesma largura, ou seja

$$S = \frac{1}{2}\,(0{,}000157\ l + 0{,}072)\ l^2 \qquad (c)$$

(l expresso em cms. e S em cm²)

Lahoussay (8) considera um pouco mais de metade da área da secção recta da carga da correia em fundo de masseira da mesma largura:

$$S = 0{,}067\ (0{,}9\ l - 5)^2$$

(igualmente l em cms. e S em cm²)

Devido à facilidade de transbordo do material nas correias planas, achamos preferível também neste caso a fórmula da Goodyear.

Note-se, por estas fórmulas, quão pequenos são os valores obtidos pela fórmula de Hanffstengel (3) para as correias em fundo de masseira, valores estes inferiores, para iguais larguras de correia, aos que as fórmulas de Lahoussay e da Goodyear conferem às correias planas e que, principalmente os dados pela última destas fórmulas, estão amplamente comprovados pela prática.

Para casos especiais de transporte em correias as áreas máximas normais de carga variam de acordo com as características especiais desses transportes.

No caso especial das correias para escolha manual, embora possuam roletes laterais inclinados, considera-se a área máxima normal admissível para a secção recta da carga como se a correia fosse plana, ou seja a dada pela fórmula (c).

Para o transporte de cereais em grão a Goodyear (21) considera 60 % da área máxima normal para os outros materiais habituais.

X — Capacidade

Sendo V a velocidade em m/seg. da correia transportadora e S a área em cm² da secção recta da carga, a capacidade de transporte C para um material pesando γ tons./m3 será, em tons./hora,

$$C = 3600\ .\ V\ .\ \frac{S}{10^4}\ .\ \gamma = 0{,}36\ V\ .\ S\ .\ \gamma$$

Conclui-se fàcilmente que a mesma capacidade pode ser conseguida com várias larguras de correia, jogando com os factores V e S. Como adiante veremos, a melhor solução consiste, geralmente, em escolher uma velocidade a que corresponda o máximo aproveitamento da secção de carga sobre a correia correspondente.

(Continua)

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

Secção Pedagógica — Ciclo de conferências sobre o Ultramar

C. D. 325 (042)

A Secção Pedagógica, pela realização das suas iniciativas, tem procurado cumprir com a tarefa árdua de divulgar, com os seus meios precários, alguns problemas que são fundamentais para a formação social de futuros profissionais de engenharia.

Para cumprir tal objectivo, foi solicitada ao Conselho Escolar a realização dum ciclo de conferências que versasse os principais problemas sociais, económicos e técnicos do País, tendo sido colocadas como principais, as seguintes questões:

1.º — Necessidades essenciais da Nação, para que cada homem viva em condições dignas de seres humanos.

2.º — Recursos naturais de que o País dispõe para esse fim.

3.º — Quais são as deficiências, excessos e obstáculos.

4.º — Como se poderá reorganizar a economia e utilizar esses recursos, para promover níveis crescentes de vida para toda a população.

O digníssimo Conselho Escolar julgou oportuna a realização dum curso de conferências sobre estes problemas e, por intermédio do Ex.mo Sr. Director do I. S. T., o Ex.mo Sr. Prof. Dr. Marcelo Caetano foi convidado a presidir à sua elaboração.

Dadas as características particulares do momento presente e com a intenção de criar entre os universitários, possuidores da capacidade e dos conhecimentos necessários ao progresso do País, a consciência da nossa posição como potência ultramarina, foi dada primazia aos problemas do Ultramar Português, ficando o ciclo estruturado do seguinte modo:

Prof. Dr. Marcelo Caetano — «O Significado do Ultramar».

Prof. Dr. Orlando Ribeiro — «A terra e a gente».

Eng.º Trigo de Morais — «A água na valorização do Ultramar».

Prof. Eng.º Cid Perestrelo — «As comunicações».

Arq. João Aguiar — «Casas e cidades».

Eng.º Fernando Mouta — «Geologia e Minas do Ultramar».

Eng.º Ruy de Sá Carneiro — «Problemas técnicos em África».

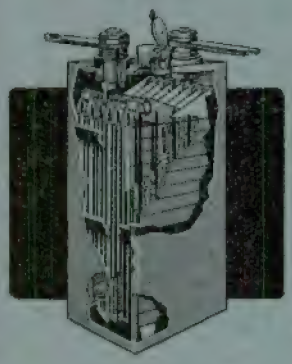
Todas estas conferências se realizam no Salão Nobre do I. S. T., pelas 21,30 horas, sendo a entrada livre e em data a mencionar oportunamente.

O alto valor dos conferentes e a natureza dos assuntos versados fazem com que este curso tenha interesse para todos os universitários, pelo que está a ser realizada uma larga divulgação deste ciclo. Foram convidados os corpos docentes do I. S. T. da Faculdade de Medicina, do I. S. C. E. F., do I. S. A., da Escola Superior de Medicina Veterinária e da Escola Superior Colonial. Foi também solicitada a colaboração de todas as Associações de Estudantes de Lisboa e de Coimbra, da Casa dos Estudantes do Império, dalguns diários e revistas e das entidades particulares ou públicas directamente interessadas neste curso.

O Director do S. P.

BATERIAS — SAFT — ALCALINAS

CÁDMIO — NÍQUEL



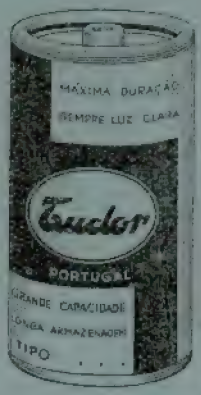
PARA: TELEFONES — RÁDIO-RECEPTORES AERODÍNAMOS — CENTRAIS ELÉCTRICAS ILUMINAÇÃO DE SOCORRO — CAMINHOS DE FERRO — APARELHAGEM MEDICINAL TRACÇÃO — LABORATÓRIOS — ETC.

Representantes exclusivos para Portugal metropolitano e ultramarino:

SOCIEDADE PORTUGUESA DO ACUMULADOR **TUDOR**

PILHAS SECAS

Tudor



PARA: LANTERNAS — CAMPAINHAS — RÁDIO-RECEPTORES TELEFONES — TELÉGRAFO — SINALIZAÇÃO APARELHAGEM MEDICINAL — APARELHOS DE SURDEZ — ETC.

•

TODAS AS PILHAS SECAS DE TODAS AS MARCAS SE DESCARREGAM COM O TEMPO...

COMPRAR PILHAS SECAS Tudor **É COMPRAR PILHAS RECÉM-FABRICADAS**

15 ANOS DE FABRICAÇÃO EM PORTUGAL

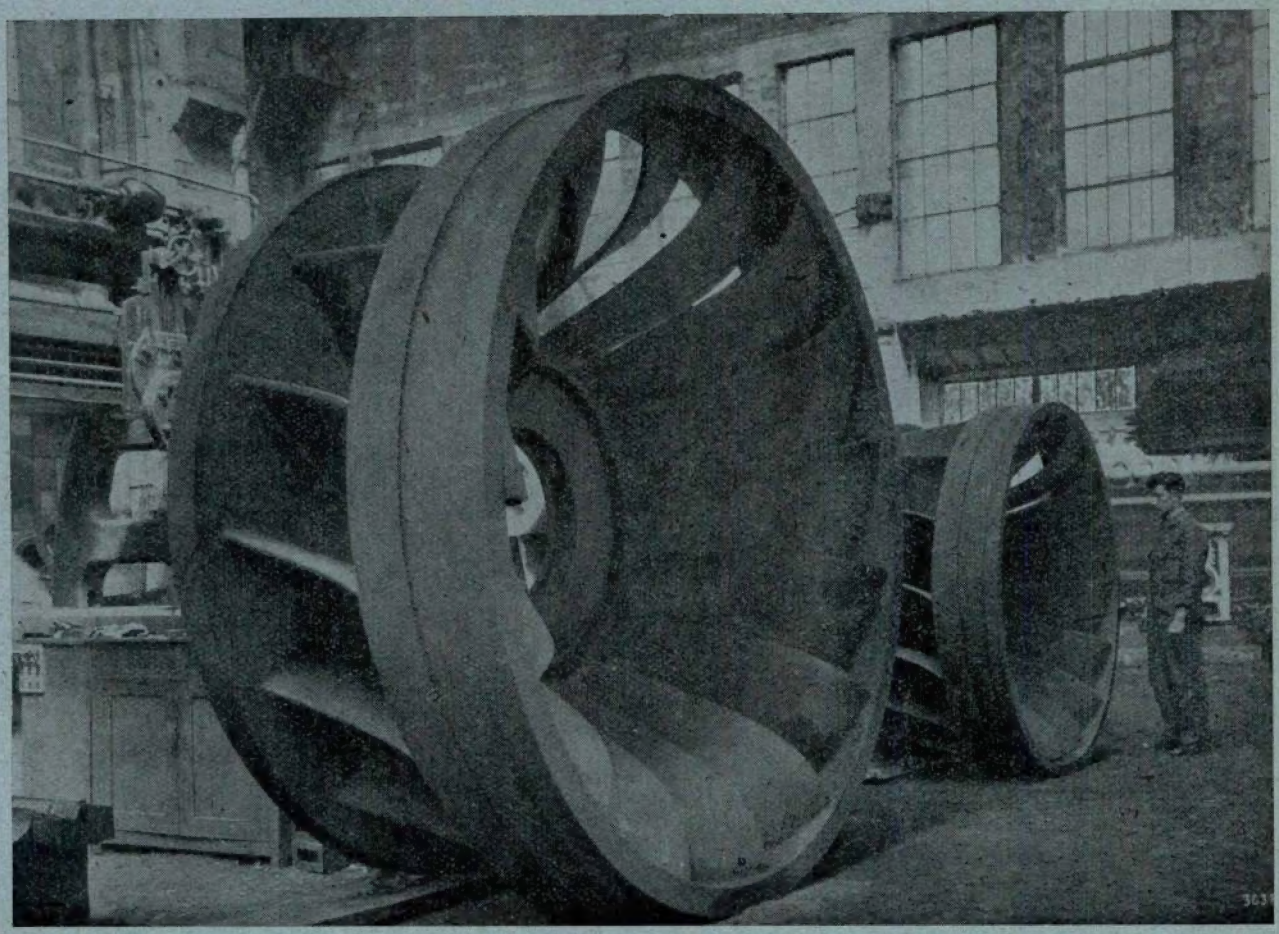
ATELIERS NEYRET-BEYLIER & PICCARD-PICTET

GRENOBLE

LABORATÓRIO DE ENSAIOS HIDRÁULICOS

EQUIPAMENTOS DE QUEDAS DE ÁGUA — **HIDRÁULICA AGRÍCOLA — REGA**

EQUIPAMENTOS DAS GRANDES BARRAGENS



Rodas para turbinas «FRANCIS» de 56.000 CV e 28.000
CENTRAL DE CORDEAC

EM PORTUGAL:

LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA NA AMADORA

"NEYRPIC"

R. Vice-Almirante João António de Azevedo Coutinho
AMADORA **Telef. VENDA NOVA 48**

EQUIPAMENTO ELÉCTRICO

PELO ENG.º VARICHON

Director da Fábrica de Equipamentos dos «Ateliers de Constructions Electriques de Delle»

C. D. 621.316.1

Conferência proferida na sede da S. B. E., em 17 de Novembro em Bruxelas e em 18 de Novembro 1948 em Liège

O Eng.º Varichon apresenta neste artigo uma estandardização dos postos de transformação e de distribuição de alta e baixa tensão realizada por meio de elementos blindados prefabricados. A construção em série em fábrica, da chapa, dos barramentos e dos elementos de ligação permite uma redução sensível do custo de produção. A redução do espaço ocupado assegura uma economia apreciável no terreno e na construção.

A ideia de *realizar* algo de novo no domínio das instalações, surge quando se observam quaisquer *realizações*. Constata-se que todo o material de base: disjuntores, transformadores, seccionadores, etc., se desenvolveu notàvelmente; sabe-se que a fabricação se faz em séries importantes com uma maquinaria pesada e que tudo se estudou para conseguir um preço mínimo: por outro lado o material está tècnicamente garantido, em particular no que diz respeito ao seu comportamento durante o curto-circuito.

Paralelamente, ou melhor, com o objectivo de associar estes aparelhos de base, existem montagens em que se põem em prática as soluções mais variadas: celas em edifícios próprios protegidas por redes metálicas, celas inteiramente metálicas — esquemas variados — disposições com 1 ou 2 barramentos, barramento de «transfert», instalações desenvolvidas em altura, em profundidade, com ou sem corredor de visita, etc., etc.

Consequências: para cada realização, são necessários estudos, projectos, peças fabricadas individualmente ou em pequenas séries, em resumo, muita perda de tempo e de dinheiro.

A maior parte dos construtores de aparelhagem atacaram já este problema orientando-se no entanto especialmente no sentido da concepção blindada, ou seja, uma construção de grande robustez. Estas instalações encerravam na maior parte dos casos, vantagens técnicas inegáveis, eram de uma montagem fácil e de uma apresentação agradável, assegurando por outro lado uma protecção total contra os contactos acidentais; em contra partida, implicavam um inconveniente que obrigava a exclui-la em muitos casos: refiro-me ao preço; além disso nem sempre estas soluções se mostravam adequadas aos esquemas que o cliente pretendia realizar e a robustez era exagerada (na maioria dos casos).

É legítimo perguntar, porque é que uma estandardização destas instalações, ou das celas simplesmente protegidas, não foi mais cedo encarada? Por três razões fundamentais:

Em primeiro lugar, os disjuntores que constituem o elemento essencial destas instalações, evoluiram desde a sua criação sob a pressão dos consumidores que exigiam cada vez um poder de corte mais elevado e uma mais larga margem de segurança; ainda hoje se encontra o disjuntor de grande

volume de óleo aperfeiçoado, o disjuntor de pequeno volume de óleo, o disjuntor de ar comprimido e o disjuntor «Autopneumatique».

Em segundo lugar, os esquemas a realizar apresentam variações sensíveis, 1 barramento, 2 barramentos, barramento de «transfert», algumas vezes, mesmo, 3 barramentos, dos quais um é de «transfert».

Finalmente, a potência da instalação varia entre largos limites, em particular para os postos A.T./B.T. alimentando bairros residenciais ou fábricas; ora é precisamente para estes postos que a construção em série apresenta maior interesse e ainda hoje se podem encontrar por um lado partidários de postos de grande potência com vários transformadores em paralelo, trata-se em geral de engenheiros electrotécnicos trabalhando em fábricas e por outro lado, partidários de pequenos postos instalados em cada edifício, solução em geral defendida pelos engenheiros electrotécnicos trabalhando em questões de redes de distribuição.

O que pensar destas numerosas variantes que dificultam a normalização?

No que diz respeito à aparelhagem, as técnicas empregadas são ainda bem diversas, mas a questão encontra-se hoje suficientemente evoluida para permitir determinar em cada caso concreto o tipo de disjuntor a utilizar.

Esta diversidade mantém pois uma dificuldade, mas não de grande importância, pois que como veremos mais adiante, um único tipo de montagem não é suficiente; nessas condições, a cada tipo de montagem corresponderá um disjuntor bem determinado.

O problema dos esquemas pode também, por seu lado, resolver-se sem dificuldade de maior, como mais adiante se verá.

Resta finalmente considerar a questão da determinação da potência dos postos de transformação, que será objecto da primeira parte desta exposição, pois seria inútil empreender uma normalização sem prèviamente a assentar em bases sólidas.

A segunda parte desta exposição será dedicada à análise das realizações industriais correspondentes às conclusões do estudo teórico que diz especialmente respeito aos postos de A.T./B.T. que designaremos por: *Postos de transformação.*

Finalmente, numa terceira parte, generalizaremos, estudando as possíveis aplicações do material blindado às centrais e aos postos de transformação de muita alta tensão, alta tensão que designaremos conforme os casos por sub-estações ou (v) grandes postos (postos de distribuição).

Estudo económico dos postos de transformação

Consideraremos, na sua máxima generalidade, o problema da distribuição eléctrica numa vasta zona, como por exemplo uma cidade ou uma fábrica importante, admitindo a repartição uniforme das cargas.

Os dados do problema são:

—Tensão primária;
—Tensão secundária;
—Densidade de potência;
—Esquema.

A nossa incógnita é a potência unitária a fixar para os postos de transformação.

Determinámos pois a variação do preço do kVA instalado em função da potência dos postos. Nos cálculos fizemos intervir:

—o preço dos cabos de alta tensão e respectiva instalação;
—o preço do posto de transformação compreendendo a instalação;
—o preço dos cabos de baixa tensão e da sua instalação, limitando no entanto as linhas de baixa tensão às artérias principais.

Os elementos que serviram de base aos cálculos foram os seguintes:

—no que se refere à tensão primária que varia geralmente segundo os casos entre 5 e 15 kV, admitimos o valor de 15 kV, pois o nosso material está normalizado para esta tensão e conside-

ramos que os cabos ou a aparelhagem previstos para 7 kV teriam uma fraca influência sobre o preço final do kVA instalado, não vindo alterar sensìvelmente as conclusões;

—no que se refere à tensão secundária, esta tem, ao contrário da anterior, uma grande importância. Indicamos a variação de preço consoante a distribuição se faz a 220 ou a 380 Volts.

Passamos a analisar mais detalhadamente as bases relativas à densidade de potência e ao esquema.

Densidade de potência

Designamos assim os VA instalados por m^2.

Com o objectivo de fixar ideias, damos no gráfico da fig. 1 a ordem de grandeza do valor da densidade de potência nos diferentes casos:

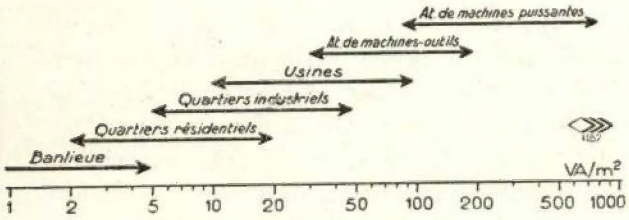


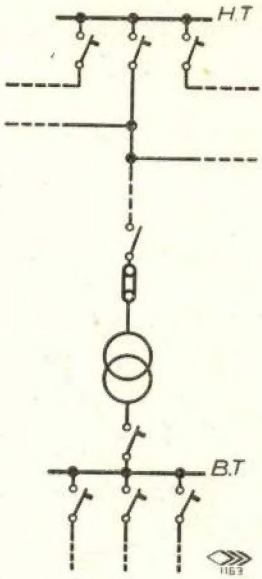
Fig. 1

A constatação da diversidade dos valores parece retirar-nos todas as pretensões de normalização; felizmente isto não é assim e mais adiante veremos que variações de densidade de potência de 1 a 100 ou superiores conduzem não obstante, a soluções sensìvelmente análogas.

Esquema de base

O esquema mais simples sobre o qual basearemos os nossos cálculos, é o seguinte: (fig. 2).

De um jogo de barras de alta tensão partem saidas protegidas por disjuntores. Cada feeder alimenta um ou mais postos de transformação constituídos como a seguir se indica:



Fig, 2

O transformador está protegido contra sobre-intensidades por um disjuntor geral de baixa tensão — é a solução mais económica. Este disjuntor controla um jogo de barras sobre o qual estão ligadas as saídas, cada uma destas estando por sua vez protegida por um disjuntor.

Do lado da alta tensão temos um simples interruptor podendo funcionar em carga, com um fusível evitando a interrupção geral em caso de avaria interna do transformador, no caso de existirem vários postos alimentados pelo mesmo feeder de alta tensão. Este fusível pode sobrecalibrar-se levemente, sem inconveniente, para evitar o funcionamento intempestivo em caso de sobrecarga ou de curto-circuito do lado da distribuição em baixa, do disjuntor geral de baixa tensão.

A primeira questão a resolver é a fixação da intensidade nominal mais económica para cada uma das saidas. Não há nisto qualquer dificuldade pois esta intensidade é quase que exclusivamente determinada pelo custo das linhas de transporte no nosso estudo supomos estas linhas constituídas por cabos armados, o que constitui o caso mais geral.